



INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO  
Universidade Técnica de Lisboa

# **Contribuição para Evolução do Abastecimento de Água em Zonas Rurais da Ilha de Santiago, Cabo Verde**

Dórise Marilene Silva Lima

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em  
**Engenharia do Ambiente**

## **Júri**

Presidente: Professora Doutora Maria Joana Castelo Branco de Assis Teixeira Neiva  
Correia

Orientador: Professor Doutor José Manuel de Saldanha Gonçalves Matos

Vogal: Professor Doutor António Jorge Silva Guerreiro Monteiro

**Outubro 2013**



## **AGRADECIMENTOS**

A realização desta dissertação só foi possível graças à colaboração e apoio de diversas pessoas às quais quero prestar os meus sinceros agradecimentos.

Em primeiro lugar agradeço ao Professor Doutor José Saldanha Matos, meu Orientador de dissertação de Mestrado, pela oportunidade de realizar este trabalho, pelo empenho, rigor e, paciência que sempre demonstrou e por todos os conhecimentos que transmitiu.

A toda a minha família por todo o apoio que sempre me têm dado. E em especial a minha mãe Armanda e ao meu mano Erickson, que sempre me apoiaram, em todos os momentos, bons e maus, ajudando a ultrapassar os maus e a tornando ainda mais especial os bons.

A minha amiga Maria Gomes, pela sua dedicação e esforço de forma a conseguir o contato do gabinete técnico da Câmara Municipal de São Lourenço dos Órgãos.

A Câmara Municipal de São Lourenço dos Órgãos, pela atenção, disponibilidade para tirar as minhas dúvidas e fornecer-me informação do Concelho, sobre a temática.

Aos meus colegas e amigos, que estiveram sempre ao meu lado, em todos os momentos, tanto de alegria como de nervosismo, e até mesmo nos momentos de mau-humor, tendo sempre uma palavra de apoio ou simplesmente contribuindo para momentos de distração e diversão. Um agradecimento muito especial à Marlene, Elly, Carla, Youssara, Jessy e Sandra que sempre me apoiaram, um obrigado por todas sugestões, ideias e conhecimentos que contribuíram para a realização deste trabalho.



## RESUMO

Tendo em consideração a realidade atual, em relação ao abastecimento de água em zonas rurais, nomeadamente no Continente Africano, torna-se importante e urgente o desenvolvimento de tecnologias de abastecimento de água de baixo custo, com características adequadas às condições locais, tanto a nível de quantidade como de qualidade de água disponibilizada.

A presente dissertação foca-se essencialmente no setor de abastecimento de água nas zonas rurais com escassez de recursos hídricos. Inicialmente caracteriza-se a situação no setor das águas em Cabo Verde, passando posteriormente para a ilha de Santiago. A nível do País, a situação, contudo, varia de ilha para ilha, e, dentro desta, Concelho a Concelho, bem como varia entre o meio urbano e o meio rural. A nível da Ilha, verificou-se que existem disparidades entre os Concelhos.

É analisado o abastecimento de água no Concelho de São Lourenço dos Órgãos, na ilha de Santiago, onde se verifica uma grande carência dos serviços de abastecimento de água. Verificou-se como um dos aspectos críticos para a evolução do setor nas zonas rurais do Concelho, a sensibilização em termos de saúde pública, a formação profissional no abastecimento de água e a escolha de tecnologias alternativas. Neste sentido, são propostas soluções, que podem constituir para o aumento ao acesso a água potável da parte da população rural do Concelho.

**Palavras-chaves:** abastecimento de água; áreas rurais; Cabo Verde; tecnologias de baixo custo.



## **ABSTRACT**

Given the current situation of water supply in rural areas, particularly in the Africa, it is important and urgent to develop technologies for water supply at low cost. These technologies must have features that suit to local conditions, both in terms of quantity and quality of water available.

This thesis focuses mainly on the sector of water supply in rural areas with scarce water resources. Initially, it characterizes the situation of the water sector in Cape Verde and then move on to the island of Santiago. Within the country, the situation, however, varies from island to island, from County to County, and between urban and rural areas. In terms of the island, it was found that there are disparities between Counties.

It is analyzed the water supply in the municipality of São Lourenço dos Organs on the island of Santiago, where there is a great shortage of water supply services. It is one of the critical aspects for the development of the sector in rural County awareness in terms of public health, training in water supply and choice of alternative technologies. In this sense, we propose solutions, which may be used to increase access to drinking water of the rural population of the County.

**Key-words:** water supply, rural areas, Cape Verde, low-cost technologies.





# ÍNDICE DO TEXTO

AGRADECIMENTOS .....	i
RESUMO .....	iii
ABSTRACT.....	v
ÍNDICE DO TEXTO .....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS DO TEXTO .....	ix
ÍNDICE DE QUADROS DO TEXTO.....	xi
ÍNDICE DE QUADROS DO ANEXO.....	xii
ACRÓNIMOS.....	xiii
1 - INTRODUÇÃO .....	1
1.1 - Caraterização do Problema .....	1
1.2 - Objetivos do Trabalho.....	2
1.3 - Motivação .....	2
1.4 - Estrutura da Dissertação .....	3
2 – SITUAÇÃO DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA EM CABO VERDE .....	4
2.1 - Localização Geográfica .....	4
2.2 - Enquadramento Legal .....	6
2.3 - Enquadramento Institucional .....	8
2.4.1 - Acesso às infra-estruturas .....	13
2.4.2 - Cobrança da água em Cabo Verde.....	16
2.5 - Situação de Abastecimento da Ilha de Santiago .....	17
2.5.1 - Localização Geográfica.....	17
2.5.2 - Clima.....	19
2.5.3 - Aspetos Geológicos .....	22
2.5.4 - Hidrogeologia .....	24
2.5.6 - Abastecimento de água na Ilha de Santiago.....	27
2.6 - Desafios e objetivos do setor em Cabo Verde .....	31
3 – OPÇÕES TECNOLÓGICAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA – SOLUÇÕES DE BAIXO CUSTO .....	33
3.1 - Níveis de serviço e operações .....	33
3.2 - Tecnologias inovadoras elegíveis – Tecnologias de abastecimento de água.....	34
3.2.1 - Captação.....	34
3.2.2 - Armazenamento .....	44

3.2.3 - Tratamento .....	46
3.2.4 - Distribuição de água .....	49
4- ABASTECIMENTO A ZONAS RURAIS DO CONCELHO DE SÃO LOURENÇO DOS ÓRGÃOS .....	53
4.1 - Motivos da escolha .....	53
4.2 - Caracterização do Concelho de São Lourenço dos Órgãos .....	53
4.3 - Clima.....	55
4.4 - Geologia e Litologia .....	56
4.5 - Hidrologia e Recursos Hídricos .....	57
4.6 - Abastecimento de água no Concelho de São Lourenço dos Órgãos.....	59
4.6.1 - Acesso às infra-estruturas .....	61
4.6.2 – Tarifas de água do Concelho de São Lourenço dos Órgãos.....	63
4.7 - Apresentação de soluções para melhoria do abastecimento de água no Concelho de São Lourenço dos Órgãos .....	65
4.7.1 - Soluções tecnológicas adequadas de baixo custo.....	66
4.7.2 - Sensibilização da População .....	72
4.7.3 - Formação Profissional (Abastecimento de Água).....	78
5 - CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÕES .....	80
Referências bibliográficas .....	82
ANEXO.....	i

# ÍNDICE DE FIGURAS DO TEXTO

Figura 2.1 - Mapa do Arquipélago de Cabo Verde (Fonte: África turismo, 2013) .....	4
Figura 2.2 - Precipitação média mensal em Cabo Verde (Fonte: GeoStatistical Analyst, Modelação Espacial da Precipitação, 2013).....	5
Figura 2.3 - Organigrama do quadro institucional da administração dos recursos hídricos em Cabo Verde.....	8
Figura 2.4 - Capacidade de produção (m <sup>3</sup> /d) de água dessalinizada no ano 2010, em Cabo Verde (Fonte: INGRH, 2013) .....	12
Figura 2.5 - Água destinada ao consumo doméstico, por Concelho, no ano de 2008 (Fonte: Carvalho, Bento e Monteiro, 2010).....	13
Figura 2.6 - Percentagem de acesso, por tipo de infra-estruturas a abastecimento de água potável em Cabo Verde, Censo 2010 (Fonte: INE, 2013) .....	14
Figura 2.7 - Acesso à água potável através da rede pública em Cabo Verde no ano de 2010, por Concelho (Fonte: INE, 2013).....	15
Figura 2.8 - Mapa da ilha de Santiago (Fonte: Wikipédia, 2013).....	19
Figura 2.9 - Localização das bacias hidrográficas da ilha de Santiago, Cabo Verde (Fonte: Heitor, AM. Pina, A.P.).....	22
Figura 2.10 -Mapa Geológico da Ilha de Santiago (Fonte: Celestino, 2006).....	24
Figura 2.11 -Mapa da rede hidrográfica da ilha de Santiago (Fonte: Ilídio do Amaral, 1964) ...	25
Figura 2.12 - Principais Unidades Hidrogeológicas da Ilha de Santiago (Fonte: Alberto da Mota Gomes e António F. Lobo de Pico).....	27
Figura 2.13 - A quantidade de água subterrânea explorada na ilha de Santiago no ano de 2008 (Fonte: INGRH, 2013) .....	28
Figura 2.14 - Distribuição espacial dos pontos de água na ilha de Santiago (Fonte: INGRH, 2013) .....	29
Figura 2.15 - A percentagem de acesso às infra-estruturas de abastecimento de água potável da ilha de Santiago, Censo 2010 (Fonte: INE, 2013).....	30
Figura 3. 1 - Níveis de serviço de sistema de abastecimento de água em zonas rurais com escassez de recursos hídricos .....	33
Figura 3. 2 - Imagens de opções de captação de água em zonas rurais de África (Fonte: Wikipédia, 2013). A- Captação de água de precipitação, B- Nascente, C- Furo, D- Poço .....	35
Figura 3. 3 - Bomba de sucção (Fonte:Penn,Caroline 2011) .....	37
Figura 3.4 - Bomba de ação direta Modelo Tara (Fonte:Penn,Caroline 2011) .....	38
Figura 3.5 - Bomba Manual puxa- empurra (Fonte: Grupo Sempre Sustentável, 2013) .....	40
Figura 3.6 - As válvulas de retenção e o esquema de funcionamento de bomba de água manual puxa- empurra (Fonte: Grupo Sempre Sustentável, 2013).....	41
Figura 3.7 - Bomba manual de corda (Fonte: Grupo Sempre Sustentável, 2013).....	42
Figura 3.8 - Etapas de funcionamento de uma bomba manual de corda (Fonte: Grupo Sempre Sustentável, 2013) .....	43
Figura 3.9 - Reservatórios domésticos, utilizados para armazenamento de água (Fotografias tiradas em Setembro de 2013, Cabo Verde).....	44
Figura 3.10 - Etapas de funcionamento do método de desinflação solar SODIS (Fonte: Instituto Federal Suíço de Ciências e Tecnologias Aquáticas, 2013).....	47

Figura 3.11 - Chafariz (Fotografias tiradas em Setembro de 2013, Cabo Verde).....	49
Figura 3.12 - Fontanário (Fonte: Wikipédia, 2013) .....	50
Figura 3.13 - Autotanque para fornecimento de água potável, na Baía das Gatas, Cabo Verde (Fonte: Wikipédia, 2013) .....	50
Figura 3.14 - Distribuição de água feita pelos próprios em África (Fonte: Wikipédia, 2013)....	51
Figura 4.1 - Planta de ordenamento de São Lourenço dos Órgãos (Fonte: Associação de Municípios de Santiago, 2013).....	54
Figura 4.2 - A-Povoamento concentrado e B-Povoamento disperso (Fonte: Nelson, 2008) .....	55
Figura 4.3 - Planta de Zonagem Geológica de São Lourenço dos Órgãos (Fonte: Associação de Municípios de Santiago, 2013).....	57
Figura 4.4 - Planta Distribuição dos Recursos e Equipamentos Hídricos no município de São Lourenço dos Órgãos (Fonte: Associação de Municípios de Santiago, 2013).....	58
Figura 4.5 - Planta Hidrográfica de São Lourenço dos Órgãos (Fonte: Associação de Municípios de Santiago, 2013).....	59
Figura 4.6 - A barragem de Poilão no Concelho de São Lourenço dos Órgãos (Fonte: Wikimapia, 2013).....	61
Figura 4.7 - A percentagem de acesso às infra-estruturas de abastecimento de água no Concelho de São Lourenço dos Órgãos, Censo 2010 (Fonte: INE, 2013) .....	62
Figura 4.8 - Esquema das componentes da solução proposta .....	65
Figura 4.9 - Poço Familiar Melhorado com implementação de uma bomba manual em África (Fonte: Water and Sanitation Program, 2002).....	67
Figura 4.10 - Poço Familiar Melhorado por construção de colunas de tijolos para elevar o topo do poço acima do nível do solo para evitar a contaminação, em África (Fonte: Water and Sanitation Program, 2002).....	67
Figura 4.11 - Alunos da Escola Municipal Ovídio Luiz Franzoni na palestra sobre tratamento de água (Fonte: Pontalti,Edna 2005).....	75
Figura 4.12 - Crianças entre 3 e 5 anos acompanham com curiosidade a plantação de árvores no pátio da escola (Fonte: Pontalti,Edna 2005).....	76
Figura 4.13 - Proposta de conteúdo do programa de informação porta à porta, para a sensibilização sobre a importância da potabilidade da água na saúde humana.....	77

# ÍNDICE DE QUADROS DO TEXTO

Quadro 2.1 - Legislação no Setor de Água (Fonte: Agência de Regulação Económica (ARE) de Cabo Verde, 2013) .....	6
Quadro 2.2 - Exploração/produção de Água Subterrânea em Cabo Verde no ano de 2008 (m <sup>3</sup> /d) (Fonte: INGRH, 2013) .....	11
Quadro 2.3 - Dados relativos ao abastecimento de água em Cabo Verde, de 1990 a 2010 (Fonte: Freire, 2012).....	16
Quadro 2.4 - Distribuição dos Concelhos e das Freguesias no ano de 2010 (Fonte: INE, 2013)	18
Quadro 2.5 - Precipitação média e volume anual de precipitação por Bacia Hidrográfica (Fonte: JICA/INGRH, 1999) .....	21
Quadro 2.6 - A percentagem de acesso às infra-estruturas por Concelho da ilha de Santiago, Censo 2010 (Fonte: INE, 2013) .....	31
Quadro 3.1 - A gama de elevação de diferentes tipos de bombas manuais (Fonte: Penn, Caroline 2011) .....	36
Quadro 3.2 - Bombas manuais em uso em zonas rurais de África (Fonte: Wikipédia, 2013) ....	39
Quadro 4.1 - Pontos de água e o volume (m <sup>3</sup> ) de água explorado no Concelho de São Lourenço dos Órgãos (Fonte: ANMCV, 2008) .....	60
Quadro 4.2 - Percentagens de abastecimento de água das principais zonas do Concelho de São Lourenço dos Órgãos, face aos vários tipos de abastecimento, Censo 2010 (Fonte: INE, 2013)	63
Quadro 4.3 - Tarifa da água da rede pública no Concelho de São Lourenço dos Órgãos (Fonte: Câmara Municipal de São Lourenço dos Órgãos, 2013).....	64
Quadro 4.4 - Consumos médios e Consumo pretendido por zona .....	70
Quadro 4.5 - A quantidade de bombas manuais necessárias por zona e a duração média de bombagem por hora.....	71
Quadro 4.6 - Quadro síntese do Curso Profissional (Abastecimento de Água) em meio rural...	79

# ÍNDICE DE QUADROS DO ANEXO

Quadro1.1 – Materiais e acessórios para o corpo da bomba .....	iii
Quadro1.2 – Materiais e acessórios para alavanca e eixo do êmbolo da bomba.....	iii
Quadro1.3 - Materiais e acessórios para o circuito das válvulas da Bomba .....	iv
Quadro1.4 - Materiais diversos .....	iv
Quadro1.5 - A lista das ferramentas utilizadas.....	iv
Quadro1.6– Material e acessórios para parte inferior da bomba.....	v
Quadro1.7– Materiais e acessórios para a parte superior da bomba .....	v
Quadro1.8 - Materiais diversos .....	vi

# ACRÓNIMOS

AAR- Abastecimento de Água Rural  
ANMCV – Associação Nacional dos Municípios Caboverdianos  
ARE – Agência de Regulação Económica  
APP- Água de Ponta Preta  
BR- Brava  
BV- Boa Vista  
Cdag – Código de Água  
CNAG – Conselho Nacional de Água  
ELECTRA – Empresa de Electricidade e Águas  
INE – Instituto Nacional de Estatísticas  
INGRH – Instituto Nacional de Gestão dos Recursos Hídricos  
MA- Maio  
MO- Mosteiros  
MV-Monte de Vaca  
NS- Níveis de Serviços  
ONG – Organizações Não Governamentais  
PA- Pico de Antónia  
PANA II – Segundo Plano de Acção Nacional para o Ambiente  
PET- Poli(Tereftalato de Etileno)  
PFM- Poços Familiares Melhorados  
PL- Paúl  
PN- Porto Novo  
PR- Praia  
PVC- Policloreto de Vinil  
RB- Ribeira Brava  
RG- Ribeira Grande  
RGS- Ribeira Grande Santiago  
SAAS- Serviços Autónomos de Água e Saneamento  
SC- Santa Catarina  
SCFO- Santa Catarina do Fogo  
SD- São Domingos  
SF- São Filipe  
SL- Sal  
SLO- São Lourenço dos Órgãos

SM- São Miguel  
SODIS- Desinfecção Solar da Água  
SSM- São Salvador do Mundo  
SV- São Vicente  
SZ- Santa Cruz  
TA- Tarrafal  
TACV- Transportes Aéreos de Cabo Verde  
TASN- Tarrafal de São Nicolau  
UE- União Europeia  
UV- Ultra Violeta  
VOLM- Operação e Manutenção ao Nível da Comunidade



# 1 - INTRODUÇÃO

## 1.1 - Caracterização do Problema

A água é um bem essencial à vida humana. Porém, trata-se de um recurso finito, que por isso deve ser utilizado e gerido de forma racional e sustentável. No entanto, a água é veículo de transmissão de diversas doenças, sendo responsável por altos índices de mortalidade infantil em regiões Africanas, e outras, onde a disponibilidade também é, em regra, precária, e esse recurso é mal gerido.

O acesso a água potável em quantidade suficiente é um dos direitos do homem. Segundo a Organização das Nações Unidas (ONU) cada pessoa necessita de entre 20 a 40 litros de água/dia para os usos básicos, como consumo, higiene e alimentação (Unesco- World Water Assesement Programme, 2009).

No entanto, cerca de 1/6 da população mundial, ou seja, cerca de 780 milhões, não têm acesso a água potável. Prevê-se que com o aumento da população em 80 milhões de pessoas/ano, a procura de água aumenta em cerca de 64 bilhões m<sup>3</sup>/ano em 2050, sendo que a essa data poderá cerca de 90% da população dos países em desenvolvimento não tenha acesso seguro a água potável nem a saneamento básico (WHO, UNICEF, 2012), se não houver melhoras nos serviços.

Contudo, o problema existente a nível mundial não se restringe apenas à escassez de água, mas também a nível de qualidade. Apesar de existirem locais com acesso a água, esta nem sempre apresenta qualidade suficiente para ser consumida, provocando diversos problemas de saúde. Com o crescimento populacional mundial, os usos de água foram-se alterando. A agricultura e indústria são dois setores económicos importantes que contribuem para a degradação da água, através de pesticidas e agentes químicos, por exemplo. A contaminação das águas naturais, é um dos principais problemas nomeadamente a contaminação bacteriológica, devido à falta de saneamento básico em muitas zonas rurais.

De acordo com o Banco Interamericano de Desenvolvimento, que lançou em 2004 *Las Metas Del Milenio y las necesidades de inversión em América Latina y el Caribe*, 189 nações aprovaram no ano de 2000 a Declaração do Milénio, que define assuntos vinculados com a paz, segurança e o desenvolvimento, incluindo áreas como o meio ambiente, direitos humanos e a governabilidade como sendo preocupações centradas nesse direito. Entre as metas prioritárias, a garantia da sustentabilidade do meio ambiente que incorpora a meta de reduzir pela metade, até o ano de 2015, a proporção de pessoas sem acesso a água potável segura.

Desta forma, observa-se uma preocupação mundial sobre o acesso da população rural e urbana a melhores condições de saneamento básico, seja em termos de água potável segura, seja em termos de saneamento, para que se consiga finalmente a universalização da prestação destes serviços. Para tanto, serão em regra necessários investimentos financeiros elevados, bem como reestruturações administrativas do setor.

O Governo de Cabo Verde está, neste momento, empenhado em satisfazer os Objetivos de Desenvolvimento do Milénio, em linha com os esforços levados a cabo pela comunidade internacional para erradicar a pobreza e melhorar as condições de vida nos países em vias de desenvolvimento.

O problema, contudo, não reside apenas na origem e disponibilidade de água e em quantidade, mas também nos sistemas de tratamento, que nos países em desenvolvimento são escassos ou de baixa eficiência. A implementação de um sistema de tratamento de água para consumo convencional acarreta custos económicos elevados, que muitas comunidades não têm condições para satisfazer.

## **1.2 - Objetivos do Trabalho**

O âmbito da presente dissertação pretende realçar a importância das tecnologias de abastecimento de água de baixo custo, para a sobrevivência e desenvolvimento sustentável das zonas rurais de Cabo Verde. Analisar a situação dos sistemas de abastecimento de água em Cabo Verde, e na ilha de Santiago em particular, bem como os níveis de atendimento.

Analisar o abastecimento de água no Concelho de São Lourenço dos Órgãos, que tem carácter essencialmente rural. Apresentar algumas soluções possíveis, que poderão contribuir para o aumento do acesso a água potável e o desenvolvimento económico do Concelho.

## **1.3 - Motivação**

A água é vital para a sobrevivência, saúde e dignidade do ser humano e recurso fundamental para o desenvolvimento. Muitas reservas de água potável no mundo estão sob pressão. O crescimento populacional, o aumento da atividade económica e procura de qualidade de vida conduzem a um aumento da competição pelos recursos hídricos, e conflitos pelo acesso a esse recurso.

A falta de água sempre foi um problema para algumas regiões do planeta, da mesma forma que o seu excesso também é, em algumas alturas, para outras regiões um problema. Cabo Verde tem

sofrido a ameaça contínua de seca, devido a falta de chuva em alguns períodos e da sua ocorrência de forma irregular. O fenómeno de seca tem ocorrido com grande frequência, algumas vezes durante anos seguidos. Por ser um fenómeno que vem repetindo ao longo dos anos, deve ser adequadamente gerido.

Os atuais problemas que se levantam no domínio dos recursos hídricos, impõem a necessidade de procurar evitar que a crescente escassez de água, possa constituir um grande obstáculo ao desejável desenvolvimento socioeconómico. A par da procura crescente de mobilização de novos recursos, deve-se racionalizar e tornar mais eficiente a utilização da água, de forma a obter-se o máximo benefício para todos os cabo-verdianos.

## **1.4 - Estrutura da Dissertação**

No capítulo 1 é feita uma caracterização geral da temática.

No capítulo 2 é apresentado a situação geral de abastecimento de água em Cabo Verde e na ilha de Santiago, abordando os aspectos gerais do País e da Ilha, assim com o enquadramento institucional e legal.

No capítulo 3 é apresentado os níveis de serviços de abastecimento de água em zonas rurais de Cabo Verde, e algumas opções tecnológicas para abastecimento de água (captação e tratamento) de baixo custo, de possível aplicação no País.

O capítulo 4 é baseado na identificação de soluções apropriadas para melhorar o abastecimento de água nas zonas rurais do Concelho de São Lourenço dos Órgãos.

No capítulo 5 é apresentado as principais conclusões e recomendações do trabalho.

## 2 – SITUAÇÃO DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA EM CABO VERDE

### 2.1 - Localização Geográfica

Cabo Verde é um arquipélago de origem vulcânica, situado ao oeste do continente Africano, entre os paralelos 14° e 18° de latitude Norte e as longitudes de 22° e 26° Oeste. Localizado no oceano Atlântico, constituído por dez ilhas e oito ilhéus, que estão a cerca de 500 km da costa ocidental da África, como mostra a figura 2.1. O arquipélago está dividida em dois grupos, dependendo da sua posição face ao vento alísio do nordeste, o grupo de Barlavento e o grupo de Sotavento.

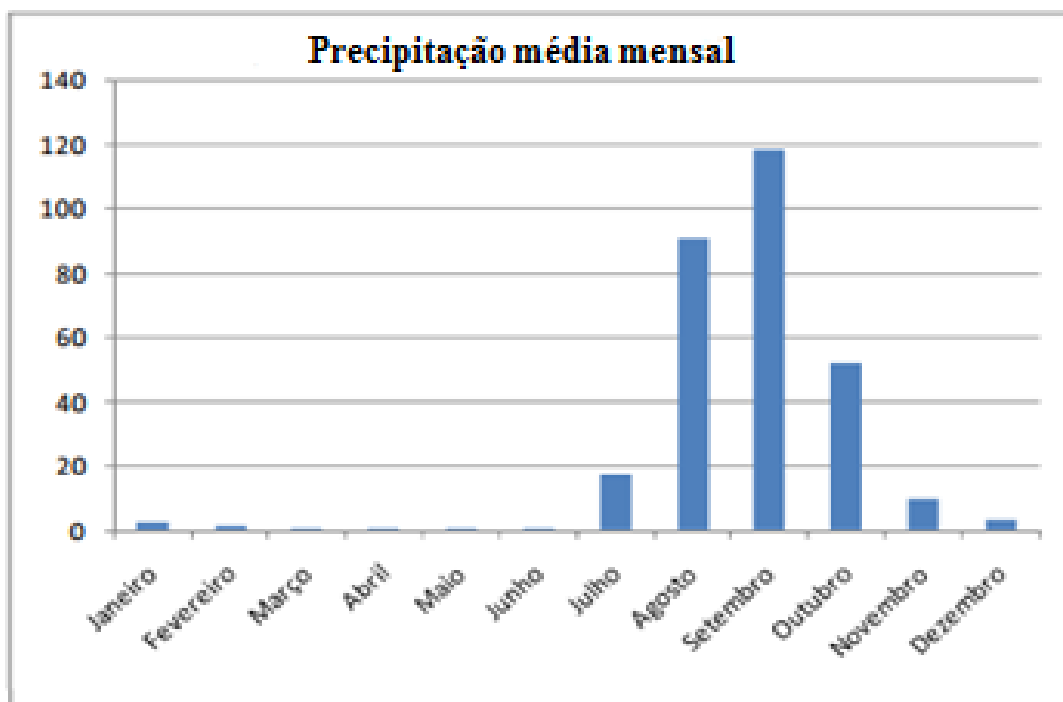
Cabo Verde tinha uma população de cerca de 537000 habitantes no ano de 2012, sendo que a idade média é de 23 anos o que revela uma população bastante jovem (Freire, 2012).



Figura 2.1 - Mapa do Arquipélago de Cabo Verde (Fonte: África turismo, 2013)

O clima é tropical seco, com duas estações: das chuvas muito curtas (Agosto a Outubro) e da seca (Dezembro a Junho), sendo os meses de Julho e Novembro os de transição. A precipitação média anual é de 230 mm, com grande variabilidade anual devido a fortes influências que o

arquipélago sofre do deserto do Sahara. Além de escassas, as precipitações são irregulares no tempo e espaço (Fig.2.2) e por vezes chegam de forma torrencial, o que dificulta o seu aproveitamento. A ilha de Santiago, a principal do arquipélago, tem uma precipitação média anual de 323 mm (Gomes e Pina, 2003).



**Figura 2.2** - Precipitação média mensal em Cabo Verde (Fonte: GeoStatistical Analyst, Modelação Espacial da Precipitação, 2013)

A água doce constitui um recurso escasso em Cabo Verde, o que impõe a procura de fontes hídricas alternativas às convencionais. As principais fontes de abastecimento são: águas subterrâneas, cerca de 70% (furos, galerias drenantes, nascentes e poços escavados), água dessalinizada, cerca de 25%, e 5% de outras fontes (Borges, 2007).

Nos últimos anos tem vindo a ser construído novas infra-estruturas para o aproveitamento dos recursos hídricos superficiais, aumentando a sua percentagem de contribuição para o abastecimento de água de 5% para cerca de 10%. Entre estas infra-estruturas, refere-se a primeira barragem de Cabo Verde na ilha de Santiago (construído no âmbito de uma cooperação com a China), o maior projeto hidráulico do País, que tem sido um ponto forte na abordagem da gestão das águas superficiais em Cabo Verde.

## 2.2 - Enquadramento Legal

A Gestão dos recursos hídricos deve estar apoiada em sólidos fundamentos legais. As leis relativas aos recursos hídricos constituem importantes instrumentos de gestão que o gestor deve ter constantemente ao seu alcance. O Quadro 2.1 indica as principais leis Cabo-verdianas referentes a recursos hídricos.

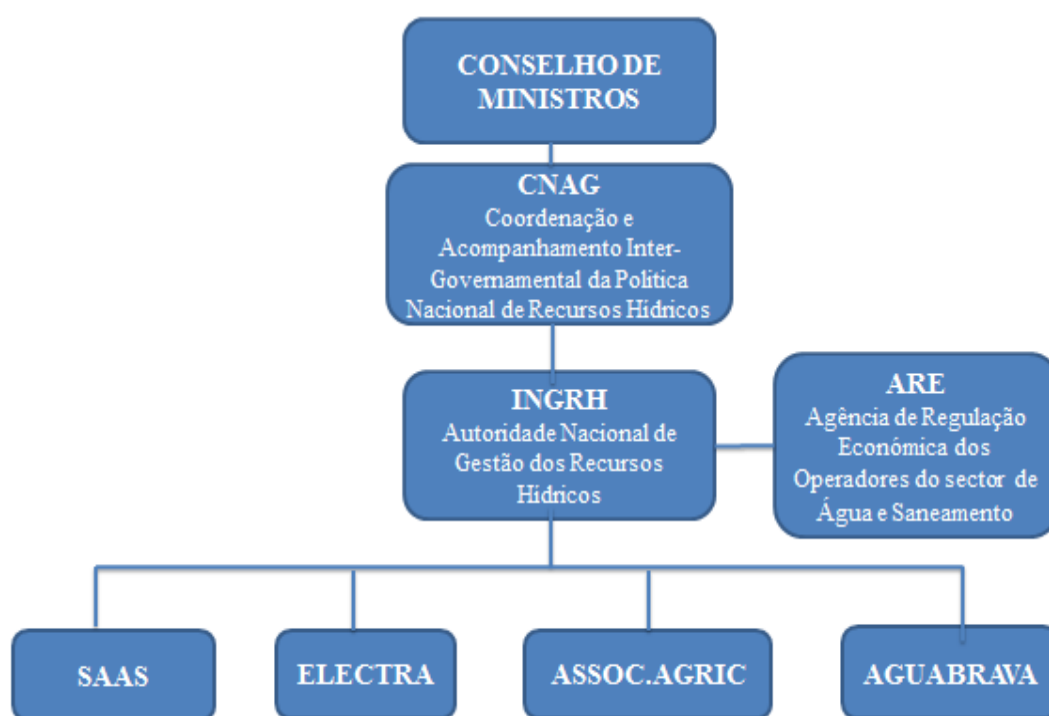
**Quadro 2.1** - Legislação no Setor de Água (Fonte: Agência de Regulação Económica (ARE) de Cabo Verde, 2013)

<b>Tema</b>	<b>Legislação</b>	<b>Assunto</b>
<b>Legislação Específica do Sector</b>	Lei n.º 41/II/84 de 18 de Junho	Aprova o Código de Águas (Estabelece as bases gerais do regime jurídico de propriedade, protecção, conservação, desenvolvimento, administração)
	Decreto-Legislativo n.º 5/99 de 13 Dezembro	Altera alguns artigos do Código de Águas.
	Decreto-Lei n.º 75/99 de 30 de Dezembro	Define o regime jurídico de licenças ou concessões de utilização dos Recursos Naturais.
	Decreto n.º 82/87 de 1 de Agosto	Estabelece as normas destinadas a evitar a obstrução, esgotamento, inutilização, contaminação ou poluição dos recursos hídricos e a propagação de doenças de base hídrica.
	Decreto n.º 84/87 de 8 de Agosto	Regulamenta o registro de águas.
	Decreto n.º 165/87 de 31 de Dezembro	Regulamenta a execução de estudos, projectos e construção, assim como a exploração, conservação, modificação e inutilização das obras hídricas delimitadas no artigo 21º do Código de Águas.
	Decreto n.º 166/87 de 31 de Dezembro	Regulamenta a aquisição, exercício e extinção dos direitos do uso dos recursos hídricos, em conformidade com o disposto no capítulo IV do Código de Águas.
	Decreto n.º 167/87 de 31 de Dezembro	Fixa as normas pelas quais se deve orientar a determinação, pagamento e cobrança de cânones, taxas, tarifas e emolumentos relacionados diretamente com a utilização de recursos hídricos, assim como o regime de incentivos e sanções pecuniárias sobre a matéria.
	Decreto n.º 168/87 de 31 de Dezembro	Estabelece as normas pelas quais se regem os serviços públicos de distribuição de água potável e esgotos.

	Decreto-Lei n.º 7/04 de 23 de Fevereiro	Estabelece as normas de descarga das águas residuais provenientes de habitações isoladas, de aglomerados populacionais e de todos os setores de atividade humana que originam águas residuais produzidas nos aglomerados populacionais e que concorrentemente são designadas por águas residuais domésticas, urbanas ou comunitárias.
	Decreto-lei n.º 8/2004 de 23 de Fevereiro	Estabelece os critérios e normas de qualidade da água e sua classificação, bem como os sistemas de controlo, o regime sancionatório e medidas de salvaguarda e proteção do meio aquático, tendo como objetivo proteger o meio aquático e melhorar, na generalidade, a qualidade da água para o consumo humano.
	Decreto-lei n.º 56/05 de 22 de Agosto	Aprova a Orgânica do Ministério do Ambiente, Agricultura e Pescas
<b>CNAG e INGRH</b>	Deliberação n.º 1/02 de 22 de Abril	Aprova o Regimento do CNAG
	Decreto-Regulamentar n.º 1/02 de 3 de Junho	Aprova os Estatutos do INGRH
	Portaria n.º 20/03 de 8 de Setembro	Aprova o Regulamento Orgânico do INGRH
<b>CONTRATOS DE CONCESSÃO</b>	Anúncio BO n.º 12 de 1 de Abril de 2005 (III Série)	Contrato Geral de Concessão de transporte e distribuição de energia eléctrica e água e de recolha e tratamento das águas residuais para reutilização entre o Estado de Cabo Verde e a ELECTRA, SARL.
	Anúncio BO n.º 12 de 1 de Abril de 2005 (III Série)	Contrato Específico de Concessão transporte e distribuição de água e de recolha e tratamento das águas residuais para reutilização entre o Estado de Cabo Verde e a ELECTRA, SARL.
<b>TARIFAS</b>	Despacho ARE n.º 2/06 de 1 de Junho	Procede ao aumento das tarifas de venda ao público de energia eléctrica e água.
	Despacho ARE n.º 10/2006 da ARE de 21 de Novembro	Procede à correção do preço das tarifas de eletricidade e água.
	Despacho ARE n.º 01/07 de 13 de Janeiro	Procede à correção das tarifas de venda ao público de energia eléctrica e água.
<b>OUTROS</b>	Despacho da ARE n.º 5/06	Aprova o regulamento de devoluções das cauções nos serviços de fornecimento de energia eléctrica e água.
	Despacho da ARE n.º 6/06	Aprova o regulamento de cálculo das cauções nos serviços de fornecimento de energia eléctrica e água.

## 2.3 - Enquadramento Institucional

O quadro institucional que vigora na administração dos recursos hídricos em Cabo Verde, considera como órgãos centrais de administração dos recursos hídricos o Conselho Nacional de Água (CNAG), o Instituto Nacional de Gestão dos Recursos Hídricos (INGRH) e a Agência Reguladora (ARE) (Fig.2.3).



**Figura 2.3** - Organograma do quadro institucional da administração dos recursos hídricos em Cabo Verde.

O **CNAG** é o órgão de coordenação interministerial de administração dos recursos hídricos composto pelos membros do Governo responsáveis pelos setores da Agricultura, Energia, Saúde, Saneamento e pelo membro do Governo que exerça tutela sobre as autarquias locais.

O **INGRH** é o órgão executivo do CNAG e tem atribuições globais inerentes ao planeamento, coordenação e gestão integrada dos recursos hídricos e funções específicas relativas à administração e gestão da água.

A **ARE** é uma autoridade administrativa independente, que tem por fim a atividade regulatória dos setores de água, energia e transportes coletivos urbanos de passageiros e transportes marítimos de passageiros.



A **ELECTRA** é uma empresa que existe nos principais centros do País, responsável pela produção e distribuição da água potável. Privatizada desde de 2006, 51% da empresa pertence ao estado de Cabo Verde, 34% à Eletricidade de Portugal S.A. e AdP – Águas de Portugal e 15% pertence a uma serie de municípios.

Ao nível descentralizado, a gestão da água é de competência municipal. A Lei nº 134/IV/ confere aos municípios a atribuição da responsabilidade e o dever de assegurar o abastecimento de água às comunidades locais. Essa responsabilidade municipal é exercida pelos **Serviços Autónomos de Água e Saneamento- SAAS** e Empresas municipais, com base em contratos de concessão estabelecidos com o INGRH.

Outras entidades intervenientes no setor de água potável:

O **Ministério de Ambiente e Agricultura**, enquanto responsável pela coordenação e execução das políticas em matéria de ambiente, recursos hídricos, meteorologia e geologia.

O **Ministério de Saúde**, responsável pela coordenação e execução das políticas em matéria de saúde.

O **Ministério das Infra-estrutura**, Transporte e Mar, coordenação e execução das políticas em matéria de obras públicas e infra-estruturas.

O **Ministério de Descentralização, Habitação e Ordenamento do Território**, coordenação e execução das políticas em matéria de descentralização e desenvolvimento regional, urbanismo e ordenamento de território, bem como as relações com as autarquias locais.

Os **Parceiros de Desenvolvimento**, também interferem no setor, mediante financiamento de programas de construção de infra-estrutura de abastecimento de água, ações e de reforço institucional.

Até reformulação do Código de Água (Cdag) a distribuição de água era da responsabilidade do domínio municipal ou do domínio da administração central. A partir da reformulação do Código permitiu que o setor privado operar no domínio da produção e distribuição da água, portanto já existem companhias privadas a operarem no setor. Regista-se, nesse momento, uma progressiva autonomização dos serviços municipais de produção e distribuição da água, com conseqüente empresarialização, e um progressivo afastamento das estruturas centrais na produção e distribuição da água potável.

As dificuldades na implementação da lei têm a ver, também, com o direito “usual” sobre a água, com as licitações capacidade institucional, com a falta de recursos humanos e materiais e com alguma incoerência com leis elaboradas para outros setores.

## 2.4 - Abastecimento de água em Cabo Verde

Desde a colonização do arquipélago, que um dos problemas mais graves consiste no abastecimento de água potável, condicionando assim o bem-estar da população e também o desenvolvimento do país. Esta situação resulta das características climáticas locais, ou seja, de chuvas raras e irregulares.

As fontes de abastecimentos utilizadas em Cabo Verde são, fontanários, Chafarizes, galerias, nascentes, poços entre outros, desde tempos remotos. Com o aumento da população e o crescimento da urbanização, o problema agravou-se.

Atualmente, em Cabo Verde, não existem localidades onde a distribuição de água tenha lugar em contínuo 24 horas por dia, com exceção dos municípios de S. Filipe, Santa Catarina do Fogo, Mosteiros e Brava. Por causa disso, agravado por outros fatores, o consumo per capita é baixo: em áreas ligadas a rede pública de abastecimento, varia entre os 40 a 60 l/d e nas áreas servidas por chafariz e fontanários, é de cerca de 10 a 20 l/d (Carvalho, Bento e Monteiro, 2010).

Nos principais centros urbanos do país (Praia, Mindelo, Sal e Boa Vista) a gestão dos serviços é feita pela ELECTRA, S.A.R.L, empresa concessionária da produção e distribuição no setor da água potável.

O País conta ainda com três produtores independentes de água dessalinizada: Águas de Ponta Preta (APP), S.A (que é detentora de uma licença operacional para produção de água e eletricidade), na ilha do Sal; Águas e Energia da Boavista, AEB, SA, na ilha da Boa Vista (que além de detentora de uma licença operacional para produção de água e eletricidade, foi autorizada pelo Decreto-Lei nº 26/208, de 1 de Setembro, a celebrar com a Empresa de Eletricidade e Água, ELECTRA, SARL um contrato de subconcessão relativo ao transporte e distribuição de energia eléctrica e água na ilha da Boa Vista); e Águas do Porto Novo SA (que, além de detentora de uma licença operacional para produção de água e eletricidade, tem uma concessão para a conceção, projeto, construção, financiamento e manutenção de um sistema de dessalinização de água do mar na vila do Porto Novo, autorizada pelo Decreto-Lei nº 9/2005, de 31 de Janeiro). As duas últimas atuações no setor de saneamento resultam de parcerias público-privadas.

O volume global da água subterrânea explorada foi estimado em cerca de 99.409 m<sup>3</sup>/d em 3715 pontos de água no ano 2008, em Cabo Verde (Quadro 2.2).

Segundo estudos técnicos, os recursos hídricos subterrâneos são estimados em 124 milhões de metros cúbicos por ano. Dessa quantidade total, apenas 65 milhões de metros cúbicos por ano são tecnicamente exploráveis, num ano pluviométrico regular. Em anos de seca, esse valor pode descer para valores inferiores de 44 milhões de metros cúbicos por ano (Carvalho, Bento e Monteiro, 2010).

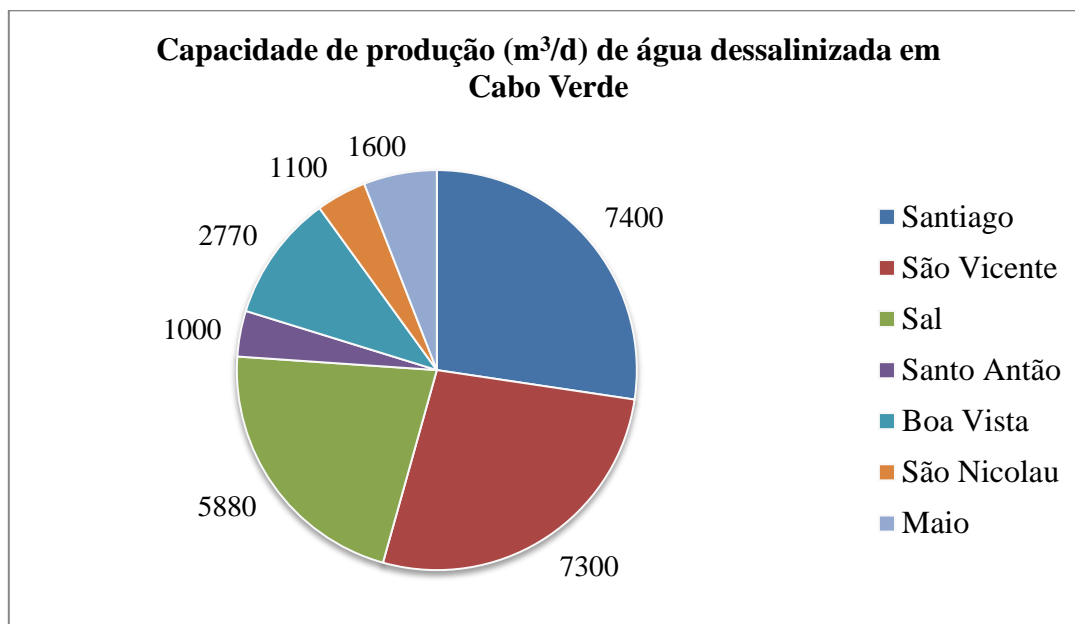
Uma grande quantia de água subterrânea explorada é destinada à agricultura e apenas uma parcela mais reduzida é destinada ao abastecimento público.

**Quadro 2.2** - Exploração/produção de Água Subterrânea em Cabo Verde no ano de 2008 (m<sup>3</sup>/d) (Fonte: INGRH, 2013)

Concelho	Numero pontos de água explorados				Caudal explorado (m <sup>3</sup> /d)			
	Nascente	Poço	Furo	Total	Nascente	Poço	Furo	Total
<b>R. Grande (RG)</b>	568	22	4	594	13828	3252	372	17452
<b>Paul (PL)</b>	204	5	2	211	5310	690	326	6326
<b>P. Novo (PN)</b>	284	6	10	300	6894	240	426	7560
<b>S. Vicente (SV)</b>	38	292	5	335	91	974	176	1241
<b>S. Nicolau (SN)</b>	202	41	15	258	4326	279	850	5455
<b>Sal (SL)</b>	9	36	5	36	59	220	49	220
<b>B. Vista (BV)</b>	258	55	13	69	1241	234	444	342
<b>Maio (MA)</b>	400	122	28	135	10563	1558	3152	2002
<b>Tarrafal (TA)</b>	153	64	50	250	2396	1231	1597	5624
<b>S. Catarina (SC)</b>	216	85	45	535	9540	2508	5313	14668
<b>S. Cruz (SZ)</b>	927	170	60	368	23740	9584	5115	17293
<b>Praia (PA)</b>	67	260	183	536	1811	1749	15177	16404
<b>Fogo (FO)</b>	2304	15	238	83	58646	224	18020	2235
<b>Brava (BR)</b>		1173		5		22743		2587
<b>Total</b>				3715				99409

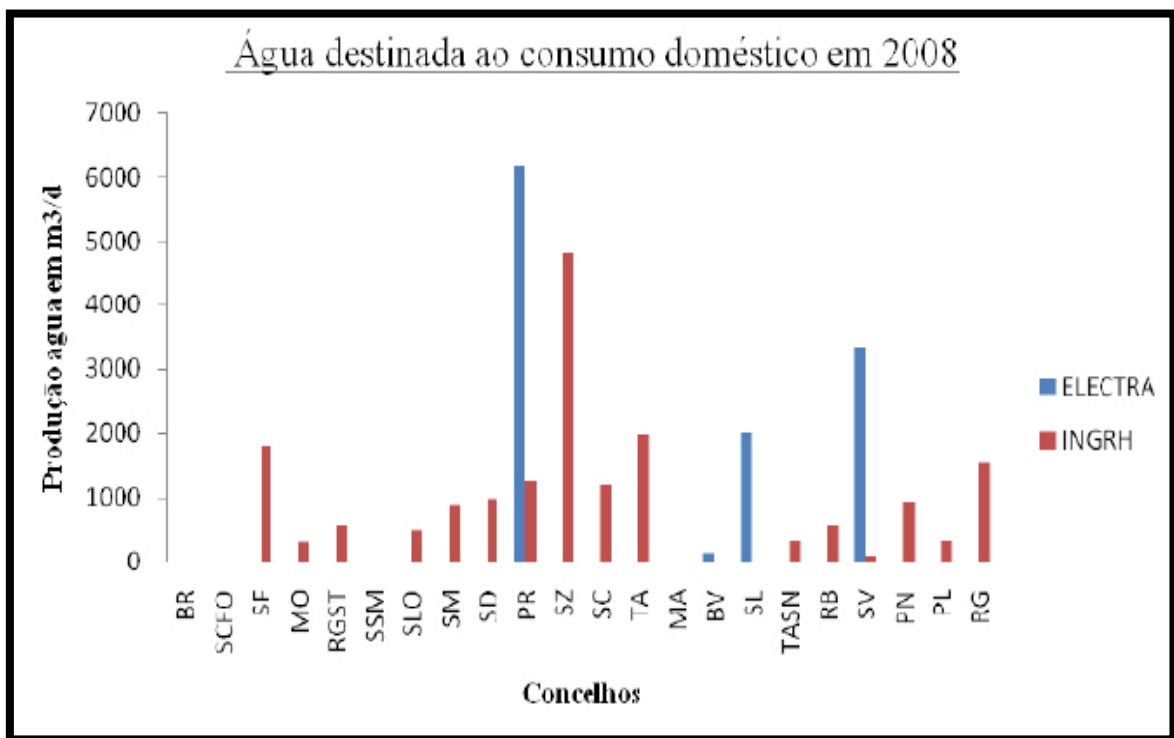
A dessalinização da água do mar tem sido, para algumas ilhas, um complemento de abastecimento e para outras a principal fonte de abastecimento, nomeadamente na ilha de São

Vicente. A capacidade de produção de água dessalinizada em Cabo Verde foi de cerca de 28850 m<sup>3</sup>/d, no ano 2010 (Fig.2.4).



**Figura 2.4** - Capacidade de produção (m<sup>3</sup>/d) de água dessalinizada no ano 2010, em Cabo Verde (Fonte: INGRH, 2013)

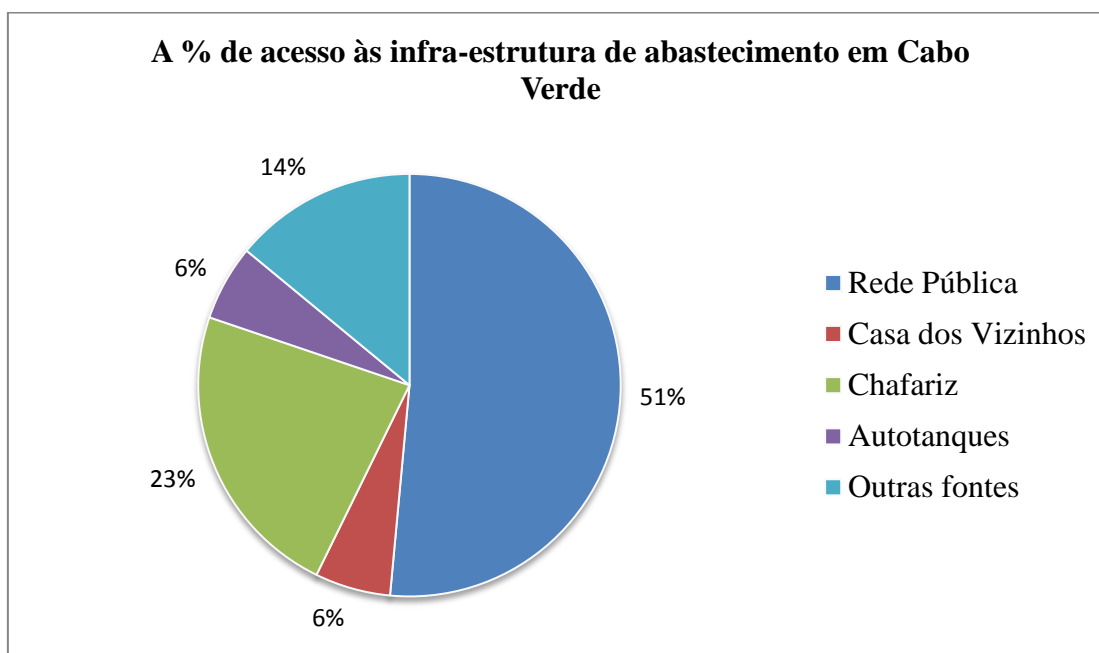
A Figura 2.5 ilustra a quantidade de água potável consumida (m<sup>3</sup>/d) em 2008 nas atividades domésticas nos diversos Concelhos do País, confirmando que, a nível nacional, a origem mais explorada é a subterrânea (gerida pelo INGRH).



**Figura 2.5** - Água destinada ao consumo doméstico, por Concelho, no ano de 2008 (Fonte: Carvalho et al. 2010)

#### 2.4.1 - Acesso às infra-estruturas

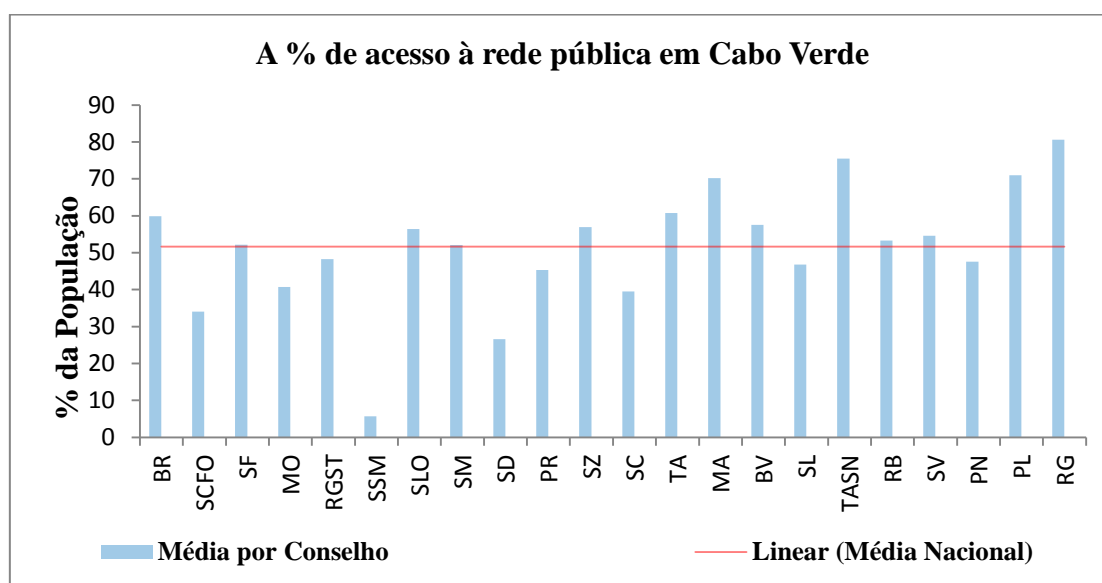
Em Cabo Verde constata-se, de acordo com o Censo 2010, que, a nível nacional, somente 51,6% da população se abastece através da ligação à rede pública, 5,8% utiliza rede pública mas vai busca-la a casa do vizinho, 23% abastecem através de chafarizes, 5,8% através de autotanques e 14,05% abastecem em poços, levadas, nascentes entre outros, que se podem considerar como fontes não potáveis (Fig.2.6).



**Figura 2.6** - Percentagem de acesso, por tipo de infra-estruturas a abastecimento de água potável em Cabo Verde, Censo 2010 (Fonte: INE, 2013)

É de referir que a situação, contudo, varia de ilha para ilha, e, dentro desta, Concelho a Concelho, bem como entre meio urbano e meio rural. Existe uma grande disparidade no consumo entre o meio urbano e o meio rural. Enquanto no meio rural a água da rede pública serve cerca de 43% da população, no meio urbano serve cerca de 66,7%.

Encontrem-se acima da média nacional em termos de acesso à água potável (ligação à rede pública) em Cabo Verde, as ilhas de Brava, Maio, Boa Vista e São Vicente e os Concelhos de Santa Cruz, São Lourenço dos Órgãos, Ribeira Grande, Tarrafal, Tarrafal de São Nicolau e Paúl (Fig.2.7).



**Figura 2.7** - Acesso à água potável através da rede pública em Cabo Verde no ano de 2010 por Concelho (Fonte: INE, 2013)

A população desprovida de ligação a rede pública é abastecida através de chafarizes, fontanários, autotanques ou outras fontes (poços, levadas e nascentes). Este serviço é assegurado pela Câmara Municipal ou Empresas Municipais e também agora pelas companhias privadas existentes, mesmo nos locais onde a responsabilidade de abastecimento público é da ELECTRA.

O Quadro 2.3 ilustra a evolução de Cabo Verde a nível de abastecimento de água em 10 anos (2000 a 2010). De acordo com os dados do Quadro 2.3, relativamente a área urbana verifica-se um aumento de 6% a nível de melhoria total dos sistemas adequados de abastecimento, e uma diminuição de 6% dos sistemas inadequados de abastecimento. Nas áreas rurais, também se observa um aumento de 4% a nível de melhoria total dos sistemas adequados de abastecimento, e uma ligeira diminuição de 3% dos sistemas inadequados de abastecimento. A nível nacional, os acessos de melhoria total aumentaram 5% ao longo dos 10 anos, o que demonstra que o País tem evoluído. É de salientar os esforços que Cabo Verde tem feito para melhorar o abastecimento de água potável.

**Quadro 2.3** - Dados relativos ao abastecimento de água em Cabo Verde, de 1990 a 2010 (Fonte: Freire, 2012)

Ano	Urbano (%)					Rural (%)					Nacional (%)				
	Adequado			Inadequado		Adequado			Inadequado		Adequado			Inadequado	
	Melhoria total	Água canalizada	Outras melhorias	Inadequada	Água de superfície	Melhoria total	Água canalizada	Outras melhorias	Inadequada	Água de superfície	Melhoria total	Água canalizada	Outras melhorias	Inadequada	Água de superfície
2000	84	42	42	16	0	81	8	73	18	1	83	26	57	17	0
2010	90	58	32	10	0	85	40	45	15	0	88	51	37	12	0

#### 2.4.2 - Cobrança da água em Cabo Verde

Atualmente, atribui-se, em regra, aos recursos naturais um valor económico. É um princípio da gestão, devido os utilizadores de água estar comprometidos e entender a cobrança como um instrumento para a gestão de recursos hídricos, independente de eventuais ou outras compensações financeiras a que estejam sujeitos. É fundamental garantir que os recursos da cobrança pelo uso da água sejam aplicados diretamente na gestão dos recursos hídricos.

É o Conselho Nacional de Águas quem define o valor da taxa a ser cobrada pelo INGRH e é a Agência de Regulação Económica quem estipula o preço de venda de água que os SAAS, os privados e as associações estão autorizados a praticar.

É de salientar que em Cabo verde os serviços no setor de abastecimento de água são relativamente elevados. As tarifas da água para abastecimento público são de cerca de 4 euros por metro cúbico (ELECTRA, 2013). São de longe, as mais altas em África e devem estar entre as mais altas do mundo (Africa Infrastructure Country Diagnostic, 2010). Estes elevados preços refletem a escassez de recursos hídricos, o que leva a que o País dependa da dessalinização. Além disso, o custo do processo de dessalinização, que consome muita energia, é particularmente elevado, devido à sua dependência em relação à geração a diesel, em pequena



escala, e a cara importação de gásóleo. O elevado custo da água em Cabo Verde pode ser alterado ou minimizado, adotando tecnologias de baixo custo para a geração de energia.

## **2.5 - Situação de Abastecimento da Ilha de Santiago**

### **2.5.1 - Localização Geográfica**

A Ilha de Santiago situa-se a Sul do Arquipélago de Cabo Verde, integrada no grupo das Ilhas de Sotavento, entre os paralelos 15° 20' e 14° 50' de latitude Norte e os meridianos 23° 50' e 23° 20' de longitude Oeste do meridiano de Greenwich. Santiago é a maior ilha de Cabo Verde, ocupando uma área emersa de 991km<sup>2</sup>.

A ilha de Santiago caracteriza-se por uma forma adelgada na direcção Norte-Sul, com um comprimento máximo de 54,9 km entre a ponta Moreira, a Norte e a ponta Mulher Branca, a Sul, e uma largura máxima de 29 km entre a ponta Janela, a Oeste, e a ponta Praia Baixo, a Leste.

Na parte Norte da ilha existe um estrangulamento entre Chão Bom, a Oeste, e o Porto Formoso, a Este, da ordem dos 6 km.

Administrativamente, a ilha de Santiago é constituído por uma população total de 271781 habitantes (Censo 2010) distribuídos em nove (9) Concelhos e onze (11) freguesias (Quadro 2.4 e Fig.2.8). A cidade da Praia é a capital do País, onde se encontra uma boa parte da população de Cabo Verde.

**Quadro 2.4** - Distribuição dos Concelhos e das Freguesias no ano de 2010 (Fonte: INE, 2013)

Concelhos	Área Superficial (km <sup>2</sup> )	Freguesias	Nº Populacional		
			Total	Masculino	Feminino
Tarrafal	112.4	Santo Amaro de Abade	18561	8399	10162
Santa Catarina	214.2	Santa Catarina	43254	20270	22984
São Miguel	90.7	São Miguel Arcanjo	15630	7021	8609
Santa Cruz	109.8	São Tiago Maior	26050	12586	13464
São Domingos	134.5	São Nicolau Tolentino	8801	4281	4520
		Nossa Senhora da Luz	4898	2364	2534
Praia	96.8	Nossa Senhora da Graça	130271	63467	66804
Ribeira Grande	164.4	São João Baptista	4469	2080	2389
		Santíssimo Nome de Jesus	3854	1860	1994
São Lourenço dos Órgãos	39.5	São Lourenço dos Órgãos	7350	3547	3803
São Salvador do Mundo	28.7	São Salvador do Mundo	8643	4035	4608



**Figura 2.8** - Mapa da ilha de Santiago (Fonte: Wikipédia, 2013)

### 2.5.2 - Clima

À semelhança do que acontece em todo o Arquipélago, a ilha de Santiago está enquadrada nos tipos de clima árido e semiárido, com duas estações, a da seca ou das «brisas» que vai de Dezembro até Junho, e a estação das chuvas ou das «águas», que vai de Agosto até Outubro. Os meses de Novembro e Julho são considerados de transição, podendo apresentar características da estação seca ou húmida, conforme for menor ou maior a duração anual das precipitações.

Das estações acima referidas a mais quente é a das «águas» que se verifica no período das chuvas é caracterizado por muita irregularidade.

A influência do relevo e a exposição aos ventos dominantes faz com que haja uma grande variabilidade climática regional, nomeadamente a aridez no litoral, a humidade e vegetação nos pontos altos, precipitações na vertente oriental e escassez de humidade, na vertente ocidental.

A precipitação é muito irregular, podendo verificar-se casos de fraca ou nula precipitação, embora a humidade relativa atinga valores elevados.

O clima de Santiago é também condicionado pela Geomorfologia. Em consequência da altitude, nota-se, que à medida que existe deslocação para o interior da ilha, o clima do tipo árido da zona litoral, passa a semiárido e, por fim, a sub-húmida. (Ilídio Amaral – Santiago de Cabo Verde – A Terra e os Homens).

Pode ainda verifica-se a presença de microclima, no interior de certas ribeiras, como por exemplo as Ribeiras Principal, Boa Entrada e Picos.

As amplitudes térmicas são baixas, uma vez que a temperatura é praticamente uniforme durante todo o ano, sendo a média anual de 25°C.

Em função do relevo, do clima e o tipo de vegetação, consideram-se as seguintes zonas bioclimáticas na região:

**Zona árida:** do litoral entre 0 a 200 m de altitude, de carácter desértico, foi ao longo dos anos beneficiados com uma pluviometria anual inferior a 300 mm. A vegetação, é geralmente do tipo estepe herbácea.

**Zona semiárida:** situa-se entre 200 a 400 m de altitude, com uma pluviometria inter-anual que oscila entre 300 – 400 mm. Embora esta zona seja marginal para agricultura, é aqui praticada em forma de cultura de subsistência nos anos de boa pluviometria. A vegetação natural difere pouco da zona árida, embora seja mais diversificada.

**Zona sub-húmida:** localizada entre 400 a 600 m de altitude, com uma pluviometria inter-anual que oscila entre 400 – 600 mm. Esta zona é mais vocacionada para a agricultura, podendo encontrar-se aqui várias espécies lenhosas, arbustivas e arbóreas disseminadas pelos campos agrícolas, tais como Acácia farnesiana, Acácia nilótica, Adansoniadigitata e a Anacardiumocidentale.

**Zona húmida:** situada acima dos 700 m de altitude, com uma pluviometria média anual superior a 600 mm. Em termos de produção agrícola e forrageira esta zona é a mais produtiva. Nas principais ilhas agrícolas do país (Santo Antão, Santiago, S. Nicolau e Fogo), estas zonas são consideradas de uma importância vital para a infiltração das águas pluviais e a recarga dos aquíferos.

A pluviosidade aumenta proporcionalmente com a altitude, de acordo com o Quadro 2.5. Enquanto nas áreas montanhosas centrais se registam valores de 400 a 700 mm/ano, nas áreas mais baixas registam-se valores de apenas 100 a 200 mm/ano.

A Figura 2.9 permite-nos ver a localização das bacias hidrográficas na ilha de Santiago.

**Quadro 2.5** - Precipitação média e volume anual de precipitação por Bacia Hidrográfica (Fonte: JICA/INGRH, 1999)

<b>Bacia Hidrográfica</b>	<b>Volume total anual de precipitação</b>	<b>Precipitação média</b>
<b>Bacia de Tarrafal (188Km<sup>2</sup>)</b>	55,97 Milhões de m <sup>3</sup>	270 mm
<b>Bacia de Santa Cruz (355Km<sup>2</sup>)</b>	144,97 Milhões de m <sup>3</sup>	330 mm
<b>Bacia de Santa Catarina (128Km<sup>2</sup>)</b>	33,20 Milhões de m <sup>3</sup>	260 mm
<b>Bacia de São João Baptista (155Km<sup>2</sup>)</b>	28,48 Milhões de m <sup>3</sup>	180 mm
<b>Bacia da Praia (179Km<sup>2</sup>)</b>	38,20 Milhões de m <sup>3</sup>	210 mm

De acordo com (JICA e INGRH, 1999), o valor de precipitação média anual da ilha de Santiago é de 273,4 mm, de evaporação de 99,76 mm (36%), de infiltração de 34,9 mm (13%) e de escoamento 138,4 mm (51%). Nestas estimativas, uma elevada percentagem da água precipitada é escoada, sendo a quantidade de água escoada superior à da água infiltrada, prefigurando uma maior abundância da água superficial relativamente à água subterrânea.



**Figura 2.9** - Localização das bacias hidrográficas da ilha de Santiago, Cabo Verde  
(Fonte: Heitor, AM. Pina, A.P.)

### 2.5.3 - Aspetos Geológicos

A ilha de Santiago é formada, quase na totalidade, por formações eruptivas, com predominância de rochas basálticas e produtos piroclásticos (brechas, *lapilli*, tufo).

As rochas eruptivas deram origem a formações geológicas de idades diferenciadas. As mais antigas encontram-se em áreas desnudadas, com especial realce nos leitos das ribeiras. As rochas afaníticas ocupam a maior parte da ilha e as faneríticas pequenas áreas.

Dentro das rochas afaníticas os produtos de origem explosiva têm pouca importância, caracterizados por derrame na maior parte.

Os filões encontram-se por toda a ilha; todavia, é de realçar a sua presença na formação mais antiga da ilha (CA).

Em virtude de oscilação do nível do mar encontram-se derrames que se deram de baixo da água. Caracterizando o aparecimento das diversas formações, pode-se afirmar que os derrames basálticos foram os primeiros a serem projetados. Em seguida, houve uma fase de rochas fonolíticas e traquíticas, formando chaminés, domas, *neckse* filões. A essa fase seguiu-se uma nova erupção de rochas basálticas.

As rochas calcárias que se podem observar foram depositadas sobre a parte litoral ocupada por rochas basálticas que se encontravam submersas.

Com posterior levantamento da ilha, houve atividade vulcânica manifestada pela presença de mantos basálticos que repousam sobre as rochas calcárias e de filões que as cortam.

As formações sedimentares não constituem elementos essenciais na geologia de Santiago. Contudo, têm muita importância, principalmente as marinhas, pelo facto de conterem fósseis.

Não se observam afloramentos das rochas metamórficas, observa-se ligeiras ações de metamorfismo de contacto.

### **Sequência Estratigráfica**

A partir dos trabalhos de António Serralheiro, estabeleceu-se a Sequência Estratigráfica da ilha de Santiago, da Formação mais antiga (1) à mais recente (7).

#### **7- Formações Sedimentares Recentes**

Com as duas fácies, em que na marinha tem-se areias (*ap*) e cascalheiras da praia (*cp*), e a terrestre com aluviões, areias, dunas, depósitos de vertente e depósitos de enxurrada.

#### **6- Formação do Monte das Vacas (MV)**

Formado por cones de piroclastos e escoadas lávicas associadas.

#### **5- Formação de Assomada (A)**

Possui somente a fácies terrestre com mantos e piroclastos basálticos intercalados.

#### **4 – Complexo Eruptivo de Pico de Antónia (PA)**

Apresenta as duas fácies, a terrestre, com piroclastos e escoadas intercaladas; mantos e alguns níveis de piroclastos Tufo – Brecha (TB); fonólitos, traquitos e rochas afins; série espessa de mantos e alguns níveis de piroclastos. A marinha, com conglomerados e calcarenitos fossilíferos, mantos basálticos superiores; conglomerados calcários e calcarenitos, mantos basálticos inferiores, conglomerados e calcarenitos fossilíferos.

#### **3- Formação dos Órgãos (CB)**

Apresenta as duas fácies, a marinha com conglomerados, calcários e calcarenitos fossilíferos, e a terrestre, com depósitos de enxurrada, tipo *lahar*, com mantos intercalados.

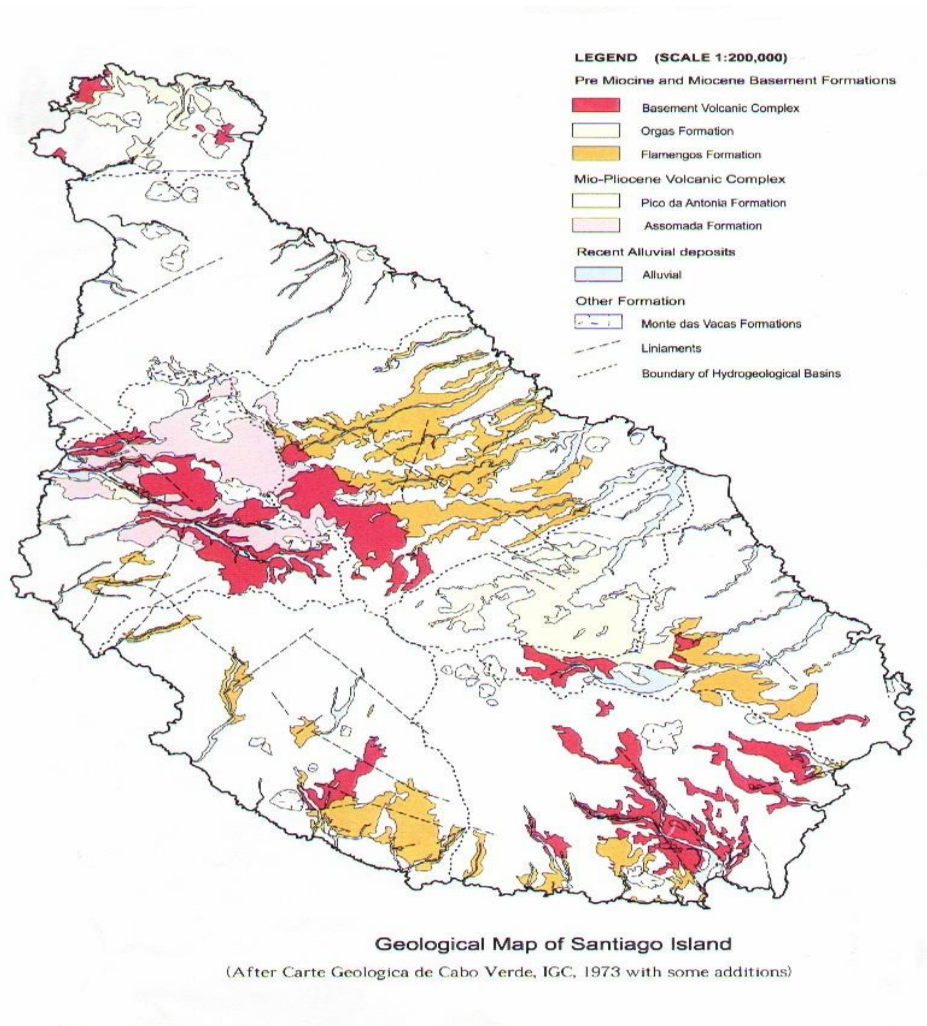
#### **2- Formação dos Flamengos ( $\lambda\rho$ )**

Possui apenas uma fácies, a marinha, com mantos, brechas e piroclastos.

#### **1- Complexo Eruptivo Interno Antigo (CA)**

Que possui apenas fácies terrestre, constituída por fase lávica, basáltica (filões, chaminés e mantos); fonólitos traquitos (chaminé e filões) brechas profundas; rochas granulares, complexo filoniano de natureza basáltica.





**Figura 2.10** -Mapa Geológico da Ilha de Santiago (Fonte: Celestino, 2006)

### 2.5.4 - Hidrogeologia

As formações geológicas que têm maior interesse sob o ponto de vista hidrogeológico são as mais extensas e mais espessas, e as que tem uma certa influência no movimento da água, como, por exemplo, as que apresentam filões.

A precipitação é a origem dos recursos hídricos. Assim, os recursos hídricos subterrâneos e superficiais são alimentados pela precipitação, embora a sua quantidade varie significativamente de um ano para outro. Da precipitação total, uma certa percentagem, ao interceptar no solo e nas folhas das árvores, evapora-se. A outra parte origina o escoamento superficial, atingindo o oceano através das redes hidrográficas; há infiltração de uma pequena percentagem de água através das fendas e fracturas, até às rochas armazéns – **aquífero principal**. A evaporação também acontece ao longo do percurso, assim como, no oceano.



A exploração das águas superficiais na ilha de Santiago aumentou recentemente devido a construção da barragem de Poilão (Julho de 2006), no Concelho de São Lourenço dos Órgãos. Quanto às águas subterrâneas, estima-se que a ilha de Santiago tem vários pontos de água (furos, poços e nascentes), dos quais se fazem exploração contínua, embora muitas vezes sem controlo adequado.

A formação do Complexo Eruptivo do Pico de Antónia constitui o principal aquífero da ilha de Santiago.

De acordo com o mapa da rede hidrográfica da ilha de Santiago (Fig.2.11), podem observar-se três grandes áreas de drenagem definidas a partir de linhas tiradas do Pico de Antónia:

- 1- Linha que parte de Pico de Antónia para a baía do Medronho passando pela Quebrada.
- 2- Linha que parte do Pico de Antónia para a baía de Santa Clara, passando pela Achada Lagoa.
- 3- Linha que parte do Pico da Antónia para a Ponta Prinda, através de Pedra Branca e Ribeirão Chiqueiro.



Figura 2.11 -Mapa da rede hidrográfica da ilha de Santiago (Fonte: Ilídio do Amaral, 1964)

### **2.5.3.1 - Unidades Hidrogeológicas**

Os trabalhos realizados de inventário de pontos de água, perfurações, ensaios de bombagem, equipamentos, exploração, gestão e controle hidrogeológico e características das formações geológicas permitiram estabelecer três grandes unidades Hidrogeológicas (Mota Gomes e tal. 2004).

#### **1 - Unidade Recente**

É constituída pela formação de Monte das Vacas (MV) formada essencialmente por cones de piroclastos basálticos (tufos, bagacina, bombas e escórias). Esta formação é muito porosa e bastante permeável, e constitui uma zona privilegiada de infiltração para o aquífero principal.

#### **2- Unidade Intermédia**

Extensa e a mais espessa da ilha, constitui o principal aquífero formado por mantos basálticos subaéreos e submarinos com intercalações de piroclastos. Possui um elevado coeficiente de armazenamento, comparado com a unidade de base, devido a fraturação vertical, a porosidade e permeabilidade superiores da unidade de base, permitindo a circulação e o movimento das águas, constituindo o aquífero principal da ilha de Santiago.

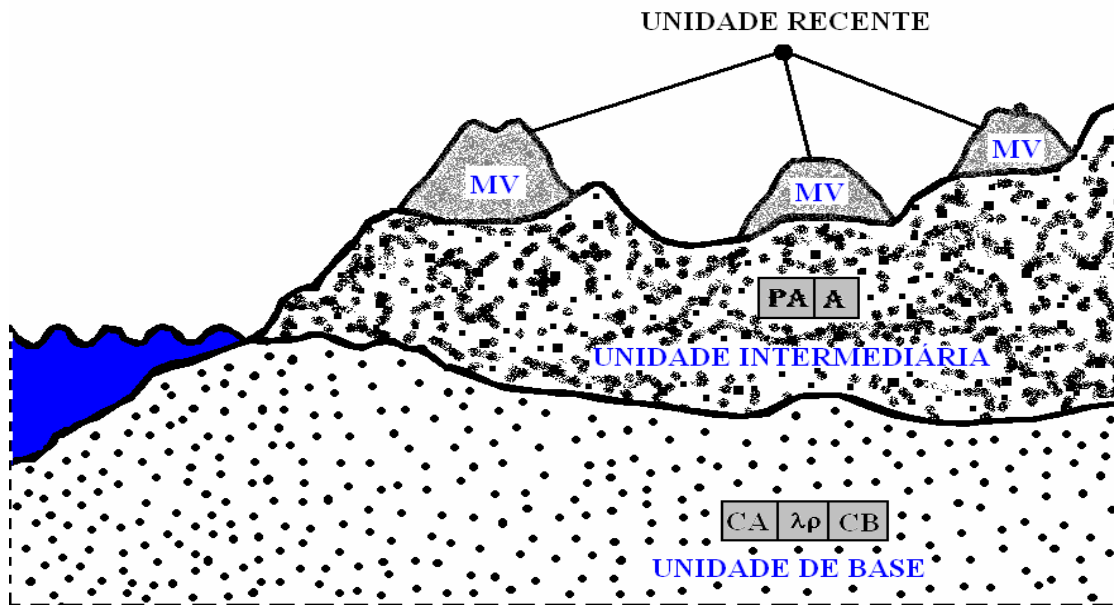
As formações submarinas (pillow – lavas) possuem maior permeabilidade.

A formação de Assomada é constituída por mantos basálticos sub aéreos e piroclastos.

#### **3-Unidade de Base**

Integra a formação de Monte das Vacas que é constituída por cones de piroclastos e, alguns derrames associados. Trata-se de uma unidade geológica muito permeável e que, por isso, não permite a retenção de água, que se dirige, privilegiadamente para o aquífero.

A figura 2.12 mostra as principais unidades hidrogeológicas da ilha de Santiago.

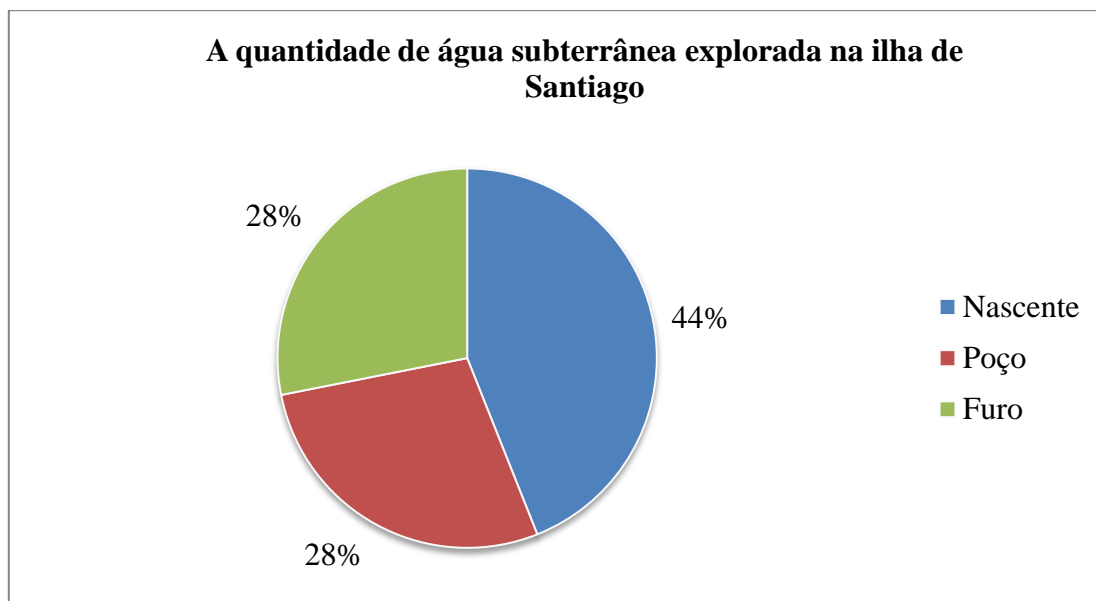


**Figura 2.12** - Principais Unidades Hidrogeológicas da Ilha de Santiago (Fonte: Alberto da Mota Gomes e António F. Lobo de Pico)

### 2.5.6 - Abastecimento de água na Ilha de Santiago

Na ilha de Santiago é comum a exploração de água a partir dos denominados “pontos de água”, locais onde a água se encontra disponível à superfície naturalmente, ou devido à intervenção do Homem. Os pontos de origem natural compreendem as nascentes, charcos, lagoas, ou troços de cursos de água; os de origem antrópica englobam os locais onde, mediante infra-estruturas hidráulicas, se disponibiliza água para uso do Homem.

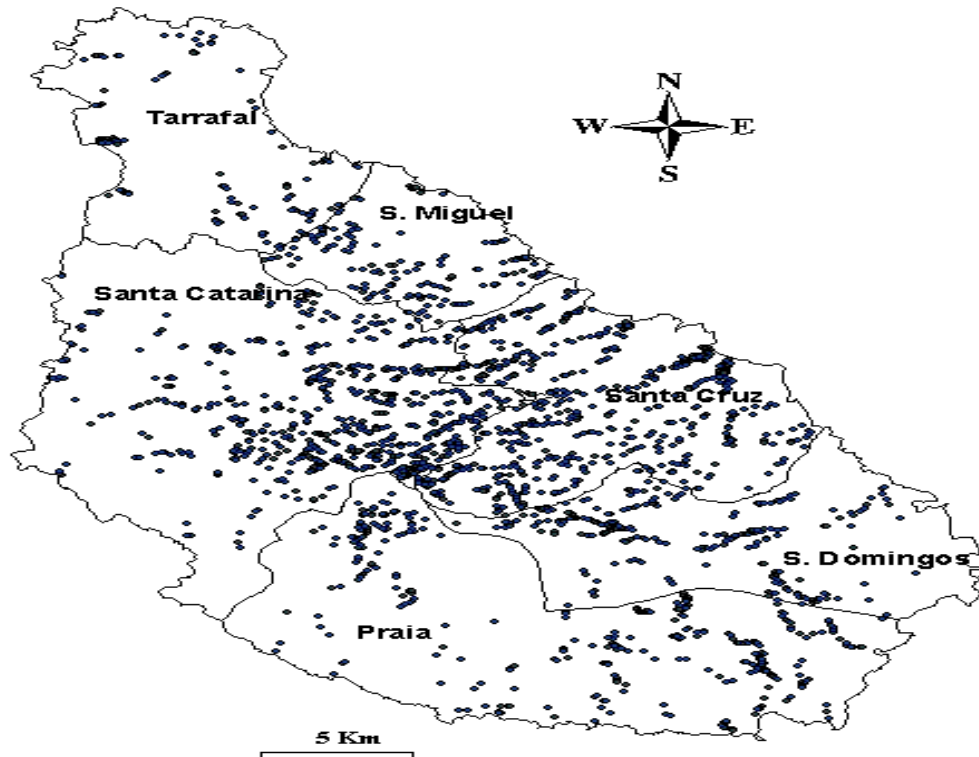
A água explorada na ilha é maioritariamente de origem subterrânea, proveniente de 2148 pontos de água (nascentes, poços e furos), num total estimado de 53989 m<sup>3</sup>/d (INGRH, 2008) contribuindo as nascentes com cerca de 44%, os furos com 28% e os poços com 28% (Fig.2.13).



**Figura 2.13** - A quantidade de água subterrânea explorada na ilha de Santiago no ano de 2008 (Fonte: INGRH, 2013)

A utilização dos recursos subterrâneos aproxima-se do máximo possível, o que impõe a urgente mobilização de meios que permitam o melhor aproveitamento de água de outras origens e uma política de poupança e de reafetação aos diferentes setores de consumo, fazendo uma gestão da procura e não de oferta e estabelecendo usos prioritários (INGRH, 2006).

Os pontos de água da ilha estão mais ou menos bem distribuídos, com uma maior acentuação no centro da ilha do que no litoral (Fig.2.14).



**Figura 2.14** - Distribuição espacial dos pontos de água na ilha de Santiago (Fonte: INGRH, 2013)

O volume da água para fins domésticos é muito menor (cerca de 14%) do que para irrigação, o número de furos apropriados para o uso doméstico deve ser expandido independentemente da viabilidade limitada dos recursos de água subterrânea na ilha.

Segundo o INGRH, nos centros urbanos estima-se, em média, a captação em sistemas de rede pública em 50 l/hab/dia e, de 15 l/hab/dia para os utilizadores dos fontanários. Nas áreas rurais, os consumos são variáveis: de 25 a 50 l/hab/dia para ligações domiciliárias, e entre 5 a 15 l/hab/dia para outras formas de abastecimento, com consumo médio per capita inferior ao recomendado pela Organização Mundial de Saúde, que é de 20 a 40 l/hab/dia.

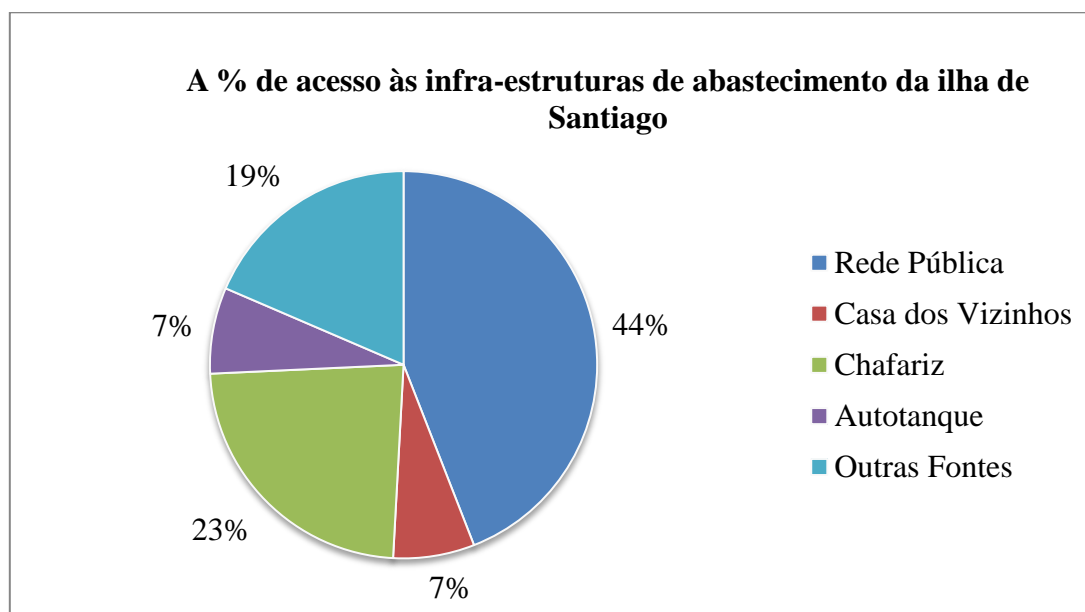
Relativamente ao aproveitamento dos recursos superficiais na ilha de Santiago, aumentou de quase zero para cerca de 10%, com a construção, em 2006, da barragem de Poilão, no Concelho de São Lourenço dos Órgãos.

No caso da ilha de Santiago, o processo de dessalinização é apenas utilizada na cidade da Praia, e a sua produção e distribuição é da responsabilidade da empresa ELECTRA, com uma capacidade de produção cerca de 7400 m<sup>3</sup>/dia (Fig.2.4).

Nos outros Concelhos, os furos, as obras de armazenamento e de distribuição são geridos pelos Serviços Autónomos de Água e Saneamento (SAAS), pelas Câmaras Municipais, Delegações do MAAP, Associações de Agricultores e agora também pelas companhias privadas existentes, através de uma licença de exploração previamente concedida pela INGRH.

#### 2.5.6.1 - Acesso às infra-estruturas

Na ilha de Santiago constata-se, de acordo com o Censo 2010, que somente 43,5% da população se abastece através da ligação à rede pública, 6,7% utiliza rede pública mas vai busca-la a casa do vizinho, 23,1% abastecem através de chafarizes, 7,1% através de autotanques e 18,3% abastecem em poços, levadas, nascentes, entre outros, que se podem considerar como fontes não potáveis (Fig.2.15).



**Figura 2.15** - A percentagem de acesso às infra-estruturas de abastecimento de água potável da ilha de Santiago, Censo 2010 (Fonte: INE, 2013)

De acordo com o Quadro 2.6 somente os Concelhos de São Lourenço dos Órgãos, São Miguel, Santa Cruz e Tarrafal, estão acima da média nacional (51,6%) do ponto de vista de percentagem de ligação a rede pública. E existem Concelhos em que uma percentagem significativa (acima dos 20%) da população se abastece de forma precária (poços, levadas ou nascentes).

**Quadro 2.6 - A percentagem de acesso às infra-estruturas por Concelho da ilha de Santiago, Censo 2010 (Fonte: INE, 2013)**

(%)	Rede Pública	Casa dos Vizinhos	Chafariz	Autotanque	Outras Fontes
<b>Ribeira Grande</b>	48,3	4,7	15,5	7,3	24,3
<b>São Salvador do Mundo</b>	5,7	1,4	30,8	15,5	46,5
<b>São Lourenço dos Órgãos</b>	56,4	7,8	13,2	2,1	20,4
<b>São Miguel</b>	52,1	6,1	6,8	7,7	27,2
<b>São Domingo</b>	26,6	1,7	57,3	3,7	0,1
<b>Praia</b>	45,3	10,6	34,8	7,5	1,6
<b>Santa Cruz</b>	56,9	12,7	7,7	4,4	18
<b>Santa Catarina</b>	39,5	7,4	23,2	8,1	21,4
<b>Tarrafal</b>	60,7	7,9	18,8	7,6	4,9

Nos aglomerados que a população se abastece através de chafarizes, autotanques ou outras fontes (poços, levadas e nascentes), o serviço de abastecimento de água é assegurado pela Câmara Municipal ou Empresas Municipais e também agora pelas companhias privadas existentes, mesmo nos locais onde a responsabilidade de abastecimento público é da ELECTRA.

## **2.6 - Desafios e objetivos do setor em Cabo Verde**

O carácter aleatório, a irregularidade e o défice de precipitação associado a sistemas de mobilização de recursos hídricos deficientes e o aumento do consumo da água pela população exercem pressão acrescida sobre a satisfação das necessidades em água para consumo doméstico, agricultura, criação animal, construção civil, turismo e indústria, em Cabo Verde.

No setor de abastecimento de água, os principais objetivos do Governo são o de garantir investimento que permite melhorar o acesso à água potável e reduzir as perdas de água, através da implementação de projetos de abastecimento de água em zonas rurais e urbanas, com

assistência da cooperação bi e multilateral (PNUD, UE, UNICEF, Alemanha, Arábia Saudita, Estados Unidos e outros).

O setor deve ser reformado e reestruturado de modo a que a gestão e a supervisão do mesmo sejam melhoradas.

O potencial de utilização de águas superficiais é consideravelmente superior ao de águas subterrâneas. Infelizmente, a exploração de águas superficiais é seriamente condicionada pelo tipo de escoamento, geralmente torrencial. A construção de barragens é parte da solução encontrada para mobilizar esse manancial superficial e permitirá colocar maior disponibilidade em água para o desenvolvimento de atividades geradoras de rendimento. Assim, no âmbito das intervenções do Governo no domínio da mobilização das águas superficiais, está em curso a construção de novas barragens nas principais ilhas, com potencial agrícola.

Prevê-se a mobilização de cerca de 75 000 000 m<sup>3</sup> de reserva de água até 2016, com objetivo de promover a modernização da agricultura. Para tal, é necessário construir 17 barragens, aumentando a área irrigada para 3070 hectares.

Prevê-se a construção, o reforço e a modernização das infra-estruturas de abastecimento de água potável da parte de vários intervenientes e de vários programas, que permitirão a mobilização de mais água (de rega e ligação a rede pública) e um acesso acrescido e sustentável a esses serviços, para as populações das diferentes ilhas, diminuindo assim as disparidades entre Concelhos e as zonas rurais e urbanas.

Outro objetivo importante é a formação de profissionais técnicos na área de água e saneamento, uma vez que a nível de recursos humanos o País se encontra numa situação crítica. Pretende-se ainda aumentar a capacidade de produção de água dessalinizada e estabelecer unidades de produção centralizadas em todas as ilhas. A longo prazo, pretende-se satisfazer um nível de 100% em termos de abastecimento de água (Freire, 2012).

Em Julho de 2004 foi implementado o Segundo Plano de Acção Nacional para o Ambiente (PANA II) (Ministério do Ambiente Agricultura e Pescas, 2004), cujos objetivos devem ser alcançados até 2014. No que se refere à gestão sustentável de recursos hídricos, os principais objetivos são a mobilização de recursos para a construção de infra-estruturas hidráulicas, de modo a que a população tenha acesso a água potável, e também a redução das perdas de água. Devem ainda proteger-se os recursos hídricos contra a poluição. Para que estes objetivos sejam alcançados, pretende-se alargar e fazer as substituições necessárias na rede de distribuição de água, adquirir autotanques e acessórios, abrir mais furos e dispor dos equipamentos necessários, melhorar a gestão de recursos hídricos, construir barragens e cisternas familiares e recorrer à dessalinização da água do mar.



# 3 – OPÇÕES TECNOLÓGICAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA – SOLUÇÕES DE BAIXO CUSTO

## 3.1 - Níveis de serviço e operações

De acordo com às condições e necessidades locais, podem ser consideradas varias opções tecnológicas para o abastecimento de água. Na figura 3.1, apresentam-se soluções genéricas mais comuns para o abastecimento de água, nas zonas rurais em Cabo Verde, segundo *Níveis de Serviço (NS)* consoante a qualidade de serviço, bem-estar e a proteção prestada, e considerando que á medida que o NS aumenta, cresce o nível de bem-estar, proteção e a qualidade de serviço prestado à população. De realçar que o sistema adequado não tem de incluir todas estas operações e nem obedecerá ordem indicada na Figura 3.1.



**Figura 3. 1** - Níveis de serviço de sistema de abastecimento de água em zonas rurais com escassez de recursos hídricos

As partes do sistema de abastecimento de água são a captação, armazenamento, tratamento e distribuição. O Nível de Serviço I é o mais simples, em que a distribuição é feita pelos próprios moradores que vão buscar a água diretamente ao poço, furo ou nascente, sendo o tratamento de água, quando existe, feito nas suas residências, através de fervura de água ou radiação solar que

incide sobre garrafas transparentes (de vidro ou equivalente). De acordo com o INGRH, o consumo per capita é cerca de 5 a 10 l/hab/dia. O Nível de Serviço II corresponde a poços e furos geridos por agentes ou entidades externas (Serviço Autónomos de Água e Saneamento-SAAS, Câmaras Municipais, entre outros), com a distribuição feita através de autotanques e chafariz ligados a rede de distribuição ou abastecidos por autotanques. De acordo com o INGRH, o consumo per capita é de cerca de 15 a 20 l/hab/dia. Normalmente o tratamento ou não é executado ou tem lugar próximo da origem, constituindo apenas em desinfeção com cloro. O Nível de Serviço III consiste na captação em poços e furos, sendo a água tratada numa unidade de tratamento, e só depois distribuída através da rede domiciliar garantindo assim, em regra, a qualidade da água adequada. Proporciona à população um maior consumo per capita, cerca de 25 a 50 l/hab/dia de acordo com o INGRH e maior conforto no que respeita ao acesso, visto que a água é distribuída até à residência (torneira no quintal ou no interior da habitação).

## **3.2 - Tecnologias inovadoras elegíveis – Tecnologias de abastecimento de água**

### **3.2.1 - Captação**

Em zonas rurais, geralmente, as águas subterrâneas oriundas de poços rasos e de nascentes constituem importantes fontes de abastecimento para o consumo humano. Mas por vezes a acessibilidade é difícil, a disponibilidade de água é precária e são elevados os riscos de contaminação. Logo é de extrema importância levar em consideração a quantidade e qualidade das diferentes origens de água disponíveis, ao longo do tempo, bem como a facilidade de acesso.

Em Cabo Verde, o abastecimento de água potável é um dos problemas mais graves. Esta situação resulta das chuvas raras e sobretudo irregulares, como já se referiu anteriormente. Simultaneamente, tem-se observado uma diminuição geral da qualidade da água nas zonas litorais de Cabo Verde, como consequência da intrusão salina. Este fenómeno deve-se à sobre-exploração causada pelo elevado número de poços e furos, e à extração de areia nas praias, acabando por destruir as barreiras naturais que deveriam evitar a intrusão salina.

A forma mais comum de captação de água em Cabo Verde é a subterrânea, em poços, nascentes e furos, e a captação superficial de água de precipitação (“rain water harvesting”). Existem outros métodos de captação, que não são apresentados no âmbito deste trabalho. A Figura 3.2 exemplifica alguns dos métodos mais comuns de captação de água em Cabo Verde.



**Figura 3. 2** - Imagens de opções de captação de água em zonas rurais de África (Fonte: Wikipédia, 2013). A- Captação de água de precipitação, B- Nascente, C- Furo, D- Poço

A precipitação no País é escassa, mas mesmo assim existem famílias rurais com sistemas de captação e armazenamento da água da chuva. A captação da água da chuva é feita através do telhado, onde o mesmo é transportado em caleiras à volta do telhado para o local de armazenamento (cisternas). Sendo conveniente, nos primeiros 20 minutos, que a água seja desviada da cisterna através de um descarregador de forma a prevenir a entrada de potenciais poluentes (Grupo Sempre Sustentável, 2013). Normalmente, a água da nascente é proveniente de um aquífero com características similares às dos poços, por isso, as preocupações de proteção devem ser apropriadamente aplicadas às características de cada nascente. O recurso a captação de água nas nascentes é feito pelos moradores através de baldes e garrações, entre outros recipientes. A execução de furos profundos constitui uma técnica que permite extrair águas subterrâneas a maiores profundidades, em aquíferos arenosos, em zona de rocha fracturada ou solos consolidados, ou em zonas sob camadas espessas de argila (Ramôa, 2010). Por fim, no recurso a poços rasos, a água é captado do lençol freático, 1º lençol, onde a água se encontra livre a nível variável, mas próxima da superfície, sob atuação direta da pressão atmosférica. Normalmente com o nível de água 10 a 20 metros de profundidade. Como mostra a Figura 3.2, a população rural utiliza baldes com cordas para retirar água dos poços.

## **Bombas de água manuais**

A necessidade de ferramentas para bombeamento de água em diferentes condições e aplicações, serviu ao longo dos anos como incentivo para desenvolvimento de vários projetos de bombas manuais, preferencialmente leves, adaptável em enumeras situações, de fácil construção e de baixo custo.

Existem muitos tipos de bombas manuais, que operam principalmente em pistão, diafragma ou o princípio de distribuição rotativa, com uma válvula de retenção, portas de entrada e de saída para a câmara de exploração em direções opostas. A maioria das bombas manuais têm êmbolo ou pistão alternativos, e são de deslocamento positivo.

O princípio de operação de uma bomba de deslocamento é diferente das bombas centrífugas. Nas bombas de deslocamento o fluido é levado (deslocado) da sucção da bomba até a descarga. A pressão na descarga da bomba ocorre não por uma transferência de quantidade de movimento angular, e sim por eventual restrição que a tubulação de descarga da bomba impõe ao transporte do fluido (Neto, 2007).

O modelo mais simples de bomba manual é por sucção direta, sugando a água vindo por um tubo para dentro do cilindro e depois empurrando-a para fora por outro tubo. Nos modelos mais complexos, a movimentação da água ocorre pela ação de forças que se desenvolvem na massa do mesmo, em consequência da rotação de um eixo no qual é acoplado um disco (rotor, impulsor) dotado de pés (hélice), o qual recebe o fluido pelo centro e o expulsa pela periferia.

O Quadro 3.1 apresenta-se a gama de elevação de diferentes tipos de bombas manuais.

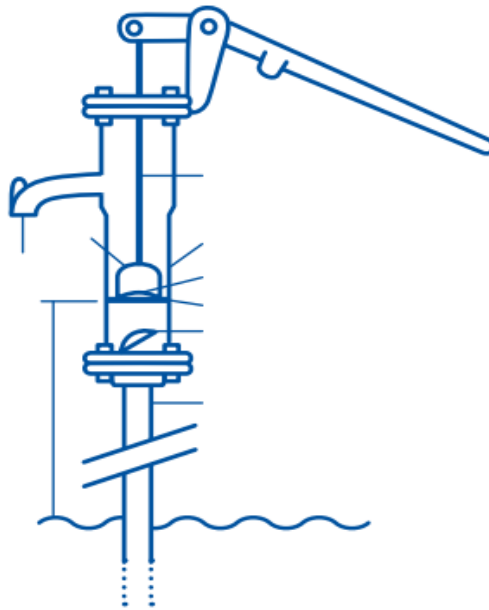
**Quadro 3.1** - A gama de elevação de diferentes tipos de bombas manuais (Fonte: Penn, Caroline 2011)

<b>Tipo</b>	<b>Alcance</b>
<b>Bombas de sucção</b>	0-7 m
<b>Bombas de baixa elevação</b>	0-15 m
<b>Bombas de acção directa</b>	0-15 m
<b>Bombas de elevação intermédia</b>	0-25 m

Existem vários tipos de bombas manuais, que não são apresentados no âmbito deste trabalho. As bombas que se apresentam são apropriadas a poços convencionais (rasos).

### **Bombas de sucção**

A sucção e elevação são considerações importantes no bombeamento de fluidos. A sucção é a distância na vertical entre o fluido a ser bombeado e o centro da bomba, enquanto elevação é a distância vertical entre a bomba e o ponto de entrega. Na prática, a elevação máxima de uma bomba manual de sucção é cerca de 7 metros, sendo a elevação limitada pela pressão atmosférica. As mesmas têm uma gama limitada de aplicação, mas são muito utilizadas a nível mundial, principalmente porque são económicas e adequadas para poços familiares (Penn, Caroline 2011).



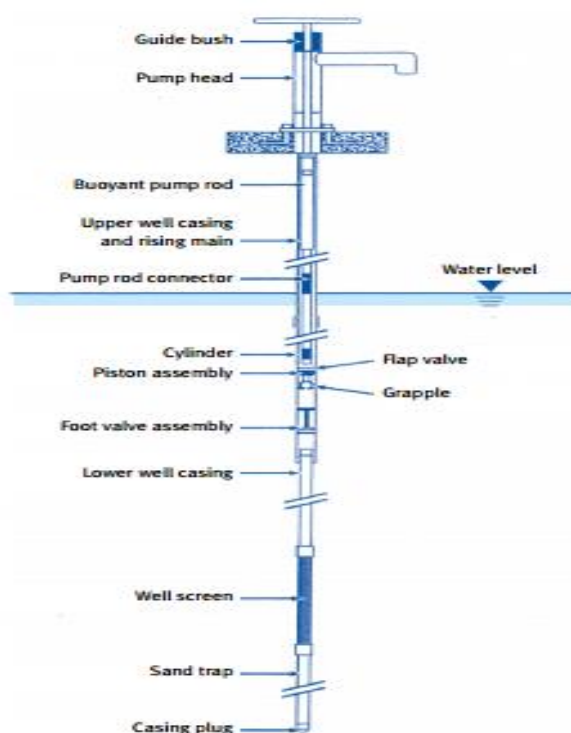
**Figura 3. 3** - Bomba de sucção (Fonte:Penn,Caroline 2011)

### **Bombas de baixa elevação**

Estas bombas operam na faixa de 0-15 metros. Com uma elevação de 7 metros, o cilindro e o êmbolo devem localizar-se no fundo do poço ou furo, e de preferência, abaixo do nível da água de modo a proporcionar uma cabeça de sucção positiva, deste modo auxiliando o bombeamento (Penn, Caroline 2011).

### Bombas de ação direta

Na faixa de baixa elevação algumas bombas manuais de pistão são projetadas para operarem como simples bombas de ação direta, ou seja, aquelas que operam sem ajuda de alavancas, ligações e rolamentos. A coluna máxima de água que uma pessoa adulta saudável pode levantar fisicamente é de cerca de 15 m, sendo a mesma capaz de alcançar uma maior elevação, utilizando tubos com menor diâmetro. Estas bombas manuais são de fácil instalação. A figura 3.4 ilustra uma bomba de ação direta Modelo Tara.



**Figura 3.4** - Bomba de ação direta Modelo Tara (Fonte: Penn, Caroline 2011)

No Quadro 3.2 apresentam-se exemplos de tipos de bombas manuais em uso em África, que podem ser utilizadas também em Cabo Verde.

**Quadro 3.2 - Bombas manuais em uso em zonas rurais de África (Fonte: Wikipédia, 2013)**

Descrição		NIRA	CORDA Moz	AFRIVED	INDIA MARK II	VOLANTA
<b>Especificações técnicas</b>	Proximidade máxima de instalação (metros)	15 m	25 m	45 m	80 m	até 80 m
	Caudal na profundidade máxima	20-25 l/min	20-30 l/min	12-15 l/min	22 l/min	12-20 l/min
	Pessoas Servidas	~ 300	~150	~500	~300	~300
	Tipo de fonte para instalação	Poço e Furo	Poço	Poço e Furo	Poço e Furo	Furo
	Modo de funcionamento	Manuseamento da Alavanca muito suave. A bombagem é vertical ao corpo da bomba- ação direta sob o pistão	Manuseamento da roda na posição vertical: necessária uma senhora ou criança para encher um recipiente de 20 litros num tempo médio de 1-1:20 min sem paragem.	Manuseio da Alavanca na posição vertical. São necessárias duas senhoras para encher um recipiente de 20 litros, com duração média de 2 min sem paragem.	Manuseamento da alavanca na posição vertical	Manuseio da Roda no sentido vertical
<b>Custo</b>		~1,600 USD	~350 USD	~1,500 USD	4,000 USD	8,000 USD
<b>Instalação</b>		Fácil, não requer equipamento de apoio	Fácil, não requer equipamento de apoio	Fácil, não requer equipamento de apoio	Requer equipe especializada e equipamento (tripé, chaves, guichos, etc).	Requer equipe bem treinada
<b>Manutenção</b>		VLOM	VLOM	VLOM	Não é VLOM	VLOM (apoio do Mecânico)
<b>Acesso a peças de reposição</b>		Importadas de Tanzania	Local	Local + importada	Importadas	Importadas
<b>Avarias frequentes</b>		Desaperto da anilha do pistão, rachas na alavanca da bomba, desligamento dos tubos em relação a alavanca, entupimento da válvula de pé.	Quebra da corda, rápido desgaste dos pistões	Quebra ou desgaste dos tubos, quebra de varetas, soldura das solas "U".	Desgaste das solas, quebra da corrente, forte oxidação dos tubos e varetas.	Fugas na tubagem e entupimento do cilindro de areia.

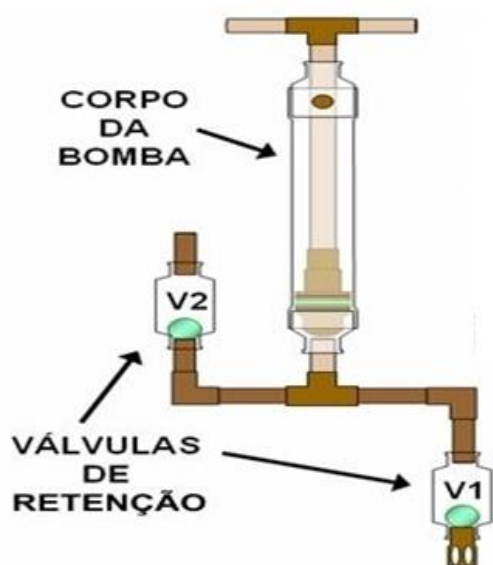
No continente Africano, muitas bombas manuais instaladas não funcionam devido ao alto custo das peças de reposição e a limitada capacitação local. Logo, para resolver os problemas de manutenção das bombas de água manuais, foram desenvolvidos projetos de bombas manuais tipo VLOM (Operação e Manutenção ao Nível da Comunidade). As mesmas podem ser construídas localmente, são de fácil manutenção e operação e as peças de reposição encontram-se em qualquer loja local de materiais de construção.

Recomenda-se que as bombas de água manuais instaladas em zonas rurais sejam bombas manuais do tipo VLOM (Penn, Caroline 2011).

Seguidamente apresenta-se dois exemplos de bombas manuais (Bomba manual de corda e puxa-empurra), construídas com material de fácil aquisição e de fácil manutenção.

### **Bomba manual puxa- empurra**

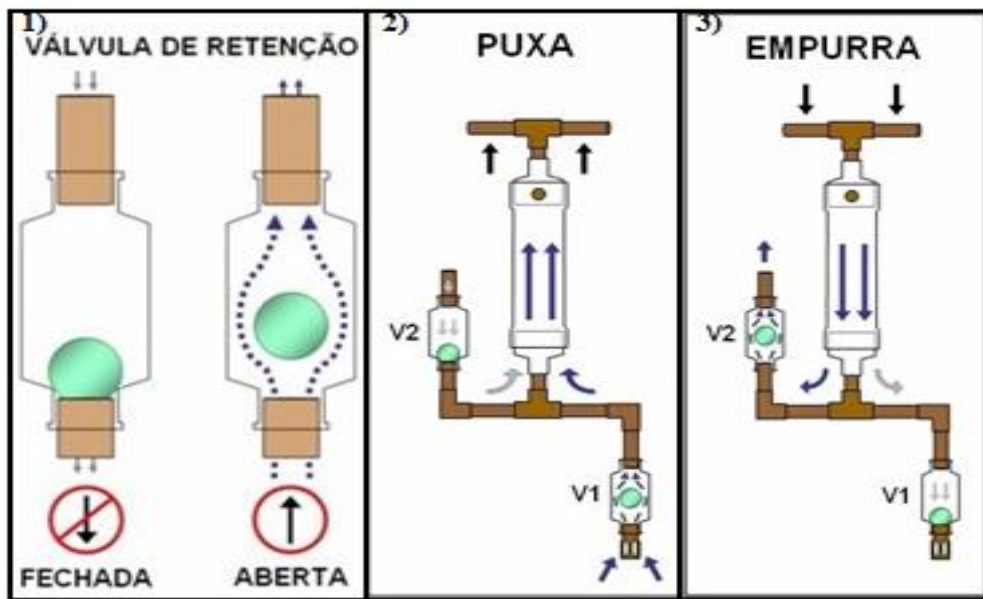
É uma bomba composta de um circuito com válvulas de retenção, um cilindro com formato de uma seringa com êmbolo para fazer o bombeamento. É construída com materiais de fácil aquisição (ver Anexo). Normalmente encontrado em lojas de materiais para construção. Na Figura 3.5 encontra-se ilustrada a bomba de água manual puxa- empurra com todos os seus componentes básicos.



**Figura 3.5** - Bomba Manual puxa- empurra (Fonte: Grupo Sempre Sustentável, 2013)

O princípio de funcionamento dessa bomba é simples. Funciona como uma seringa gigante, sugando a água vindo por um tubo para dentro do cilindro e depois empurrando-a para fora por outro tubo. As duas válvulas de retenção (Fig.3.6) servirão para direcionar o fluxo da água enquanto é feito o vai-e-vem do êmbolo da seringa. Assim a água entra por uma válvula e sai por outra, sendo forçada a seguir uma única direção.





**Figura 3.6** - As válvulas de retenção e o esquema de funcionamento de bomba de água manual puxa-empurra (Fonte: Grupo Sempre Sustentável, 2013)

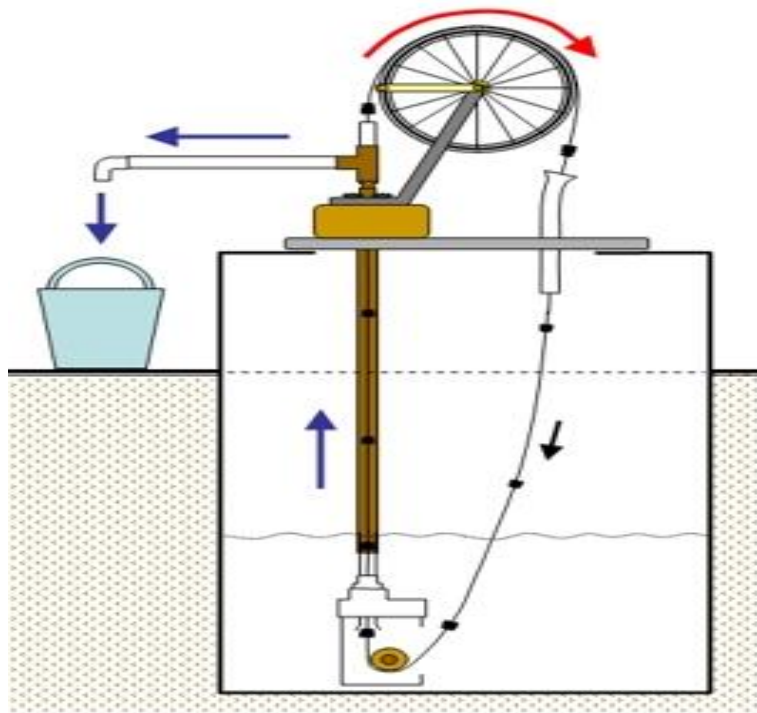
No esquema 2) primeiro a alavanca do êmbolo é puxada sugando a água pela válvula "V1" (enchendo o cilindro). Nessa situação a válvula "V1" é aberta permitindo a passagem da água, enquanto a válvula "V2" é fechada pela sucção.

No esquema 3) depois a alavanca do êmbolo é pressionada, empurrando a água para fora do cilindro. Nessa situação a válvula "V2" é aberta, libertando a passagem da água que será empurrada para cima enquanto a válvula "V1" é fechada (pela pressão), impedindo o retorno da água.

É de realçar que esta bomba ainda encontra-se em fase experimental e que a altura de elevação é de 6 metros, sem degradação da estrutura física do material.

### **Bomba manual de corda**

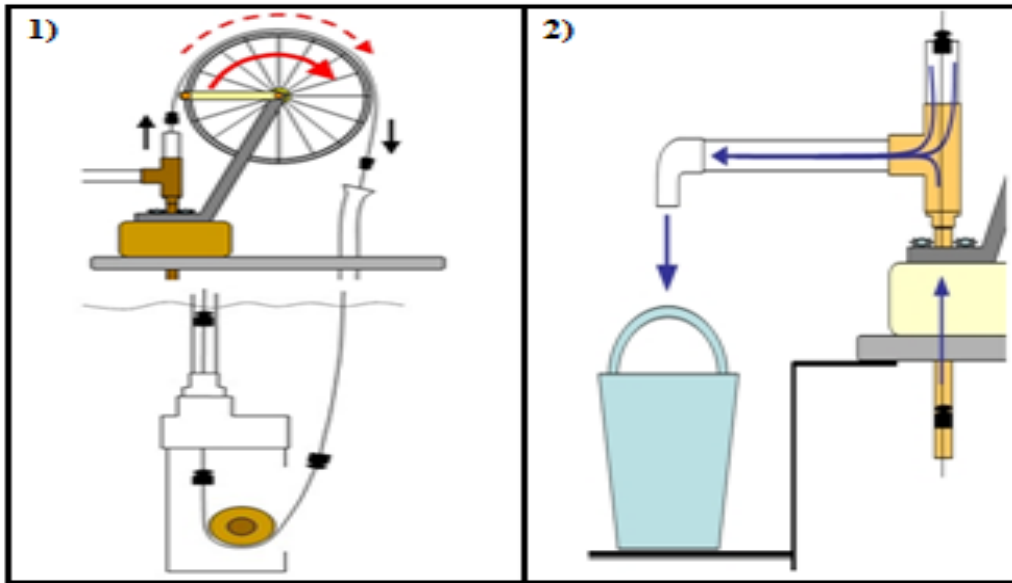
A bomba é construída com uma corda, tubos de PVC, pistões e uma roda de bicicleta ou de mota fixada em um suporte e acoplada a uma manivela. No fundo do poço fica um mecanismo construído com tubos de PVC e uma roldana de louça que servirá para captar a água e permitir retorno da corda. Encontra-se ilustrada na Figura 3.7 a bomba de corda com todos os seus componentes básicos.



**Figura 3.7** - Bomba manual de corda (Fonte: Grupo Sempre Sustentável, 2013)

Essa bomba é construída com materiais de fácil aquisição (ver Anexo). A maior parte desses materiais podem ser encontrados em lojas de materiais para construção. A roda de bicicleta ou moto e o suporte da roda pode ser encontrada em locais de “ferro velho”.

O funcionamento dessa bomba é simples. O utilizador deverá girar a manivela em um único sentido (normalmente horário) para puxar a água do fundo do poço. Esse movimento fará circular uma corda com alguns pistões (roldanas - passantes) presos em nós, que servirão para sugar e empurrar a água (em quantidades) do fundo do poço pelo interior de um tubo até a superfície. A figura 3.8 ilustra as etapas do funcionamento de uma bomba manual de corda.



**Figura 3.8** - Etapas de funcionamento de uma bomba manual de corda (Fonte: Grupo Sempre Sustentável, 2013)

Na etapa 1) o utilizador deve, em primeiro lugar, girar a manivela no sentido horário para iniciar a circulação da corda com os pistões. No fundo do poço é colocado um mecanismo que servirá para fazer a volta e o retorno da corda. Na subida da corda pelo tubo de 32 mm de diâmetro, os pistões presos nos nós da corda arrastarão a água empurrando-a para cima e “sugando” a água abaixo do pistão. Assim tem-se várias quantidades de água subindo pelo tubo de 32 mm de diâmetro. Essas quantidades serão os espaços entre um pistão e outro. Uma pequena perda pode acontecer pelas laterais dos pistões, mas com o movimento contínuo da manivela essa perda não será percebida.

Na etapa 2), quando a água é empurrada para cima e chegar no Tê de 40 mm, encontrará uma saída oferecida por esse Tê que servirá de ladrão. Desse ladrão, a água vai escoar por um tubo de 40 mm de diâmetro até o joelho de 90° que constitui a torneira de saída da bomba.

Na Nicarágua encontram-se em utilização 50000 bombas desse tipo, e 20000 no México, Guatemala, Honduras, Gana e Zimbábue. Estas bombas têm um rendimento de 40 litros/min (a 10m de profundidade) e tem um custo inicial de 20 a 90 dólares, dependendo do modelo (Netherlands Water Partnerchip, 2006). Estas bombas podem elevar água de 40 metros de profundidade.

### 3.2.2 - Armazenamento

A intermitência do fornecimento de água em sistemas públicos de abastecimento, conduz a necessidade de ter um reservatório doméstico para armazenar água e utilizá-la quando o fornecimento é interrompido. O armazenamento em Cabo Verde é imprescindível, uma vez que a rede domiciliária não opera 24 h/d. Existem reservatórios com uma capacidade de cerca de 3 a 6 m<sup>3</sup> nas residências ligadas à rede domiciliária e nas residências que não são ligados à rede domiciliária, mas que são abastecidos por autotanques. E também há pequenos recipientes como bidões (Fig.3.9) de menor capacidade (< 1m<sup>3</sup>) utilizados para armazenamento de água.



**Figura 3.9** - Reservatórios domésticos, utilizados para armazenamento de água (Fotografias tiradas em Setembro de 2013, Cabo Verde)

Os reservatórios domésticos podem ser construídos com cimento. São reservatórios com uma entrada para acesso no topo para realizar reparações e limpezas, e situam-se, em regra, no ponto mais alto da residência. Os pequenos recipientes são, na maioria, bidões de plástico, e constituem uma opção mais económica para os agregados familiares.

É de realçar que também existem cisternas para armazenamento de água da chuva.

Em todos os casos, os reservatórios precisam de ser limpos periodicamente, e de se manterem tapados, pois, caso contrário, os mesmos podem ser contaminados. Para manter a qualidade da água, é necessário realizar a limpeza regular dos reservatórios, pelo menos a cada 6 meses no caso de reservatórios domiciliários, e uma vez por ano, no caso das cisternas.

Para as cisternas de água da chuva, deve também cuidar-se da limpeza dos telhados de captação, das calceiras de transporte de água e do sistema de transporte da água.

Utilizam-se baldes ou bombas manuais para retirar a água das cisternas, que devem ser mantidas em condições de higiene, para evitar contaminação.

Seguidamente, apresentam-se procedimentos de limpeza de reservatórios domiciliares.

### **Procedimentos de limpeza de reservatórios domiciliares**

- Fechar o registo de entrada de água, e utilizar a água normalmente, até que o nível da água fique aproximadamente a um palmo do fundo da caixa. Se for necessário, armazenar previamente parte da água para uso durante o período em que o reservatório estiver em operação de limpeza;
- Tapar a saída da água, para que a água que ficou no fundo seja utilizada na lavagem do reservatório e para que os sedimentos não sejam descarregados pela tubagem;
- Lavar as paredes e o fundo da caixa com escova de fibra vegetal ou de fio de plástico macio (não utilizar sabão detergente, ou outro produto, e evitar escova de aço e vassoura);
- Retirar a água de lavagem e sedimentos com uma pá de plástico, balde e panos, deixando-o bem limpo. Utilizar panos para secar o fundo, evitando passa-los nas paredes;
- Ainda com a saída da caixa fechada, deixar entrar um palmo de altura de água, adicionar 2 litros de lixívia e deixar por 2 horas. Com um balde, molhar as paredes internas da caixa com a solução desinfetante e, a cada 30 minutos, verificar se as paredes internas da caixa secaram. Caso isso ocorra, fazer nova aplicação dessa mistura, até completar 2 horas;
- Não usar de forma alguma esta água durante 2 horas passando esse tempo, ainda com o registo de entrada fechado, esvaziar a caixa, abrindo a sua saída. Abrir todas as torneiras e accionar as descargas (isso auxilia também na desinfecção das tubagens da residência). Armazenar esta água para lavagem do quintal;
- Lavar a tampa e tapar adequadamente o reservatório para que não entrem insetos ou resíduos, que podem contaminar a água. Anotar do lado de fora do reservatório a data da próxima limpeza;
- Abrir a entrada de água e deixar o reservatório encher, para então começar a utilizar a água normalmente.

### 3.2.3 - Tratamento

O Nível de Serviço III é o ideal. O tratamento é realizado antes da distribuição, ou seja, fora do local de consumo, não necessitando de tratamento adicional, pois a qualidade da água não é significativamente alterada durante o processo de distribuição. No entanto, a realidade do meio rural em Cabo Verde está caracterizada, maioritariamente, pelos Níveis de Serviços I e II sem garantia de qualidade de água, sendo necessário realizar o tratamento no local de consumo, ou seja, junto do domicílio. Os principais métodos de tratamento utilizados, são no geral, a) a fervura, b) desinfecção com cloro e iodo ou c) radiação solar.

A fervura consiste em ferver a água por 15 minutos, deixa-la esfriar e depois armazenar.

A desinfecção com cloro inclui calcular a diluição necessária para a preparação da solução, observando a concentração de cloro livre na água. Sugere-se a preparação de uma solução a 2% e dosear o necessário para satisfazer a necessidade do cloro na água, em função da matéria orgânica presente. Quando não é realizado o ensaio para a determinação da quantidade de cloro necessária para a quantidade de água que se pretende desinfetar, pode-se empregar, como referência, dosagens entre 1 e 5 mg/l.

No caso do iodo, emprega-se a chamada tintura de iodo a 8% e uma solução de hipossulfito de sódio. Colocam-se 20 gotas da tintura de iodo em um garrafão de 20 litros e, posteriormente, este é cheio com a água a ser tratada. A mistura é deixada em repouso por uma hora. Em seguida, adicionam-se 20 gotas da solução de hipossulfito de sódio, o garrafão é agitado e colocado em repouso mais uma hora.

A finalidade da solução de hipossulfito de sódio é neutralizar o excesso de iodo presente na água, após o período de repouso. Ao adicionar 20 gotas de iodo, a água deve adquirir uma tonalidade amarela, caso contrário significa que existe uma elevada contaminação na água, exigindo assim uma quantidade adicional do desinfetante. Neste caso, deve adicionar-se gota a gota a tintura de iodo, à água, até obter uma tonalidade amarelo pálido.

Em Cabo Verde, os métodos de desinfecção mais utilizados são a fervura e a desinfecção com cloro, sendo a fervura a mais utilizada, uma vez que é simples. Outro método simples e económico é o da desinfecção solar (SODIS), mas que é pouco utilizado em Cabo Verde.

Desinfecção solar é um método de tratamento de água fácil de aplicar, que utiliza a radiação solar para melhorar a qualidade bacteriológica do líquido. Esta tecnologia foi desenvolvida por Simavi, e divulgada por organizações como a SANDEC (Netherlands Water Partnershi, 2006).

O SODIS (Desinfecção solar da água) usa a radiação solar para destruir os microorganismos patogénicos, os quais são causadores das doenças transferidas pela água contaminada. É o ideal para o tratamento de pequenas quantidades de água. A água contaminada é colocada no interior de garrafas de plástico ou de vidro transparente e exposta a luz solar por seis horas com ilustro a Figura 3.10.



**Figura 3.10** - Etapas de funcionamento do método de desinfecção solar SODIS (Fonte: Instituto Federal Suíço de Ciências e Tecnologias Aquáticas, 2013)

A luz solar trata a água contaminada através da sinergia de dois mecanismos, a) radiação no espectro de UV-A (comprimento de onda de 320-400nm) e b) aumento da temperatura da água. Se a temperatura da água se mantiver acima de 50°C, o processo de desinfecção é três vezes mais rápido.

Entre as etapas importantes na aplicação do método SODIS, incluem-se as seguintes:

#### **Material, cor e forma da garrafa**

Recomenda-se a aplicação do método SODIS em garrafas PET (polímero termoplástico) leve que não quebra. Estas garrafas estão disponíveis em muitas regiões. No entanto, também podem ser usadas garrafas de vidro. As garrafas devem ser transparentes e incolores.

### **Turbidez da água**

Uma forte turvação na água reduz a eficácia do método, mas uma maneira simples de resolver o problema de turvação é fazer uma simples filtração da água, antes de aplicar o método SODIS.

### **Nebulosidade**

Com nuvens a quantidade de radiação solar que chega a terra é reduzida, logo a eficiência do método também é reduzida. E nestas condições de nebulosidade, as garrafas devem ser colocadas por dois dias consecutivos ao sol.

Quando tiverem lugar chuvas persistentes, a aplicação do método não conduz a resultados satisfatórios. Aconselha-se, então, a recolha de água da chuva.

### **Prevenção de contaminação**

A água tratada deverá ser mantida no frasco e bebida diretamente a partir da mesma com o auxílio de um copo, prevenindo assim uma nova contaminação da água tratada.

### **Armazenamento**

A garrafa (após o tratamento) deve ser selada e armazenada em local fresco e escuro. A água pode ser armazenada por tempo indeterminado, pois as bactérias mortas não se multiplicam novamente.



### 3.2.4 - Distribuição de água

De acordo com a Figura 3.1, para cada Nível de Serviço existem diferentes opções de distribuição da água, rede domiciliária inclua-se no NS III, autotanque, chafariz e fontanário no NS II, e a distribuição feita pelos próprios no NS I.

O NS III é o mais confortável no que diz respeito ao acesso, visto que a água é distribuída até a residência (torneira no quintal ou no interior da habitação).

A distribuição em meio rural é feita na sua maioria utilizando a fontanário, chafariz, autotanque e pelos próprios moradores.

Como se pode ver na Figura 3.11, o chafariz é uma infra-estrutura fechada, sendo que em regra um funcionário(a) da Câmara Municipal é responsável pela venda de água e pela limpeza do mesmo. O fontanário constitui uma infra-estrutura ao ar livre, sendo que é em regra a população que deve cuidar do mesmo, para garantir a qualidade do serviço (Fig.3.12).



**Figura 3.11** - Chafariz (Fotografias tiradas em Setembro de 2013, Cabo Verde)



**Figura 3.12** - Fontanário (Fonte: Wikipédia, 2013)

A distribuição por autotanques e pelos moradores encontra-se ilustrada nas figuras 3.13 e 3.14.



**Figura 3.13** - Autotanque para fornecimento de água potável, na Baía das Gatas, Cabo Verde (Fonte: Wikipédia, 2013)



**Figura 3.14** - Distribuição de água feita pelos próprios em África (Fonte: Wikipédia, 2013)

Seguidamente incluem-se algumas recomendações para a exploração de um fontanário, e para os autotanques.

#### **Recomendações para exploração do fontanário**

- Manter controlo de qualidade da água adequada, e de acordo com a legislação vigente;
- Garantir que a fonte de abastecimento do fontanário é segura;
- Evitar condições propícias ao desenvolvimento de vetores nocivos, como mosquitos transmissores de doenças, especialmente nos locais imediatamente abaixo da torneira, pelo que se deve assegurar drenagem dessas águas;
- Requerer, junto a autoridade de saúde pública, autorização para o fornecimento de água, apresentando os registos sobre a análise da qualidade da água a ser fornecida.

### **Recomendações para veículos transportadores (autotanques)**

- Manter a carroceria em estado adequado de conservação, evitando desenvolvimento da ferrugem;
- Manter os dispositivos de introdução e retirada de água (i.e equipamentos de sucção , torneiras, mangueiras, válvulas, etc.) em perfeito estado de conservação e higiene;
- Garantir que a fonte de água é segura;
- Cuidar para que a água transportada tenha, de acordo com a legislação vigente, o controlo de qualidade assegurado, e que os registos de controlo de qualidade da água estejam na posse do condutor do veículo;
- Cuidar para que o abastecimento da população não seja comprometido pela má conservação do dispositivo de retirada da água, e que este esteja devidamente limpo e isento de contaminação;
- Efetuar a limpeza sistemática, e em períodos adequados, do veículo, principalmente após serviços de reparação;
- Cuidar para que o veículo contenha, de forma visível, na sua carroceria, a inscrição “ ÁGUA POTÁVEL”;
- Operar cuidadosamente a descarga de água, de modo que não haja arrasto da mangueira no chão, que possa danificá-la ou comprometer a qualidade da água;
- Requerer, junto à autoridade de saúde pública, autorização para o fornecimento de água.

## **4- ABASTECIMENTO A ZONAS RURAIS DO CONCELHO DE SÃO LOURENÇO DOS ÓRGÃOS**

### **4.1 - Motivos da escolha**

Nos últimos anos, têm-se notado esforços significativos em Cabo Verde, no sentido de melhorar o abastecimento de água às populações, com intuito de assegurar o desenvolvimento do País (em particular no meio rural), proporcionando assim melhores condições de vida e a diminuição das disparidades de acesso às infra-estruturas existentes no meio urbano e rural.

São Lourenço dos Órgãos é o Concelho mais rural da ilha de Santiago, com cerca de 77% de população rural, sendo que cerca de 20% população se abastece de forma precária (Censo 2010). Dai, optar-se por este Concelho. Por outro lado, para o Concelho de São Lourenço dos Órgãos existe alguma informação disponível sobre a temática abordada, que foi obtida na respetiva Câmara Municipal.

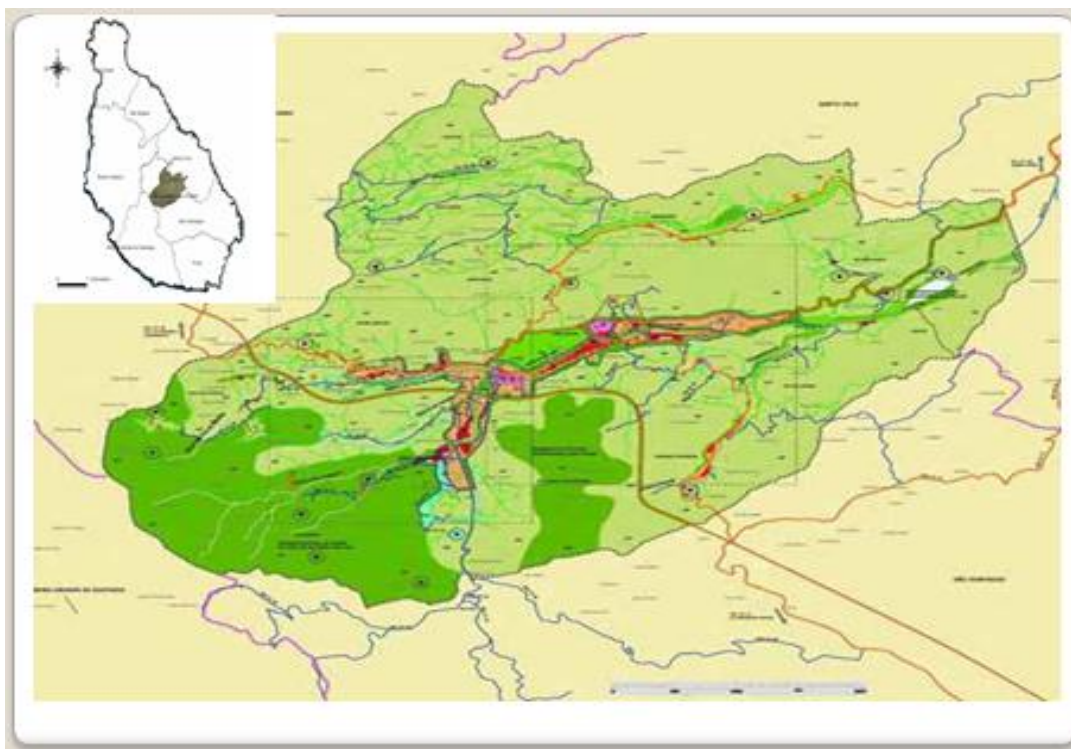
### **4.2 - Caracterização do Concelho de São Lourenço dos Órgãos**

O Concelho de S. Lourenço dos Órgãos está localizado no Centro – Norte da ilha de Santiago, confinando as fronteiras com os Concelhos de São Salvador do Mundo a Norte, Santa Cruz a Este, São Domingos a Sul e Ribeira Grande de Santiago a Oeste (Fig.4.1). O Concelho não tem qualquer contacto com a orla costeira, tendo todo seu território nas terras altas do interior da ilha. Em termos de área, ocupa uma superfície de 39,5 km<sup>2</sup> (3.950ha) o que representa cerca de 4 % da área total da ilha de Santiago e 1 % do território nacional.

De acordo com o Censo 2010, tem 7350 habitantes, sendo 48,1% do sexo masculino e 51,9% ao sexo feminino. A população rural é de cerca de 77% e a população urbana é de cerca de 23%.

São Lourenço dos Órgãos é Concelho desde 09 de Maio 2005, com a aprovação e publicação da Lei nº 64/IV/2005, de 9 de Maio. Antes fazia parte do Município de Santa Cruz, criado em 1972, em plena Época Colonial São Lourenço dos Órgãos é um dos cinco mais recentes Concelhos de Cabo Verde.





**Figura 4.1** - Planta de ordenamento de São Lourenço dos Órgãos (Fonte: Associação de Municípios de Santiago, 2013)

O Concelho de São Lourenço dos Órgãos é composto apenas por uma única Freguesia com o mesmo nome e por quinze zonas principais: Achada Costa, Boca Larga, Fundura, João Goto, João Teves, Montanha, Montanhinha, Lage, Levada, Órgãos Pequeno, Mercado, Longueira, Pico de Antónia e São Jorge.

No Concelho, podem observar dois tipos de povoamento: concentrado, inclui as zonas de João Teves, São Jorge e Mercado. Mas à medida que se avança para zonas mais altas, montanhosas e de difícil acesso, o povoamento vai tornando-se cada vez mais disperso (Fig.4.2). Em João Teves encontra-se as principais infra-estruturas do Concelho como é o caso do posto policial, registo civil, telecentro (biblioteca municipal), escolas (pólo nº 15 de João Teves e o liceu recém-construído), jardins infantis, correio, posto de saúde, campo de futebol, polivalente, Igreja Paroquial e residência do Pároco da Freguesia.



**Figura 4.2** - A-Povoamento concentrado e B-Povoamento disperso (Fonte: Nelson, 2008)

### 4.3 - Clima

São Lourenço dos Órgãos é caracterizado por um clima, que varia entre húmido e sub-húmido. A temperatura média anual do Concelho é de 22,3°C, o mês mais quente é Setembro com temperatura média de 24,8°C, e o mês mais frio é Janeiro, com temperatura média de 19,5°C.

**Os principais fatores climáticos são os seguintes:**

- **Os ventos alísios** – sopram praticamente todo o ano, de direção dominante norte a nordeste, a velocidade, às vezes bastante elevada, ascende a cerca de 5 a 7 m/s.
- **O harmatão** – originário do Sahara continental, atinge o Concelho em Dezembro e Março; origina temperaturas elevadas, pouca humidade e transporta consigo partículas finas de poeira. Influência negativamente a evapotranspiração.

A precipitação é distribuída de forma irregular ao longo dos anos. É quase nula nos seis primeiros meses do ano, sendo os meses de Agosto e Setembro os mais pluviosos, com cerca de 70% da precipitação. A precipitação pode ocorrer em alguns anos no mês de Julho, mas com menor frequência. Volta a decrescer a partir do mês de Outubro. Assim, pode dizer-se que há uma forte concentração sazonal da precipitação, sendo os meses de Julho e Outubro considerados de transição.

A insolação nas localidades de pouca elevação é importante, ou seja, cerca de 2950 horas por ano, o que corresponde a 66% de insolação teórica. Ela é bem menos elevada em localidades de grande altitude, por causa da nebulosidade quase permanente.

A humidade relativa anual do ar varia em média entre 75%, nas localidades baixas, e a mais de 80% nas localidades de maior altitude. Quando sopra o Harmatão, a humidade relativa pode atingir valores próximos de 10% durante algumas horas, o que provoca prejuízos consideráveis na vegetação.

#### **4.4 - Geologia e Litologia**

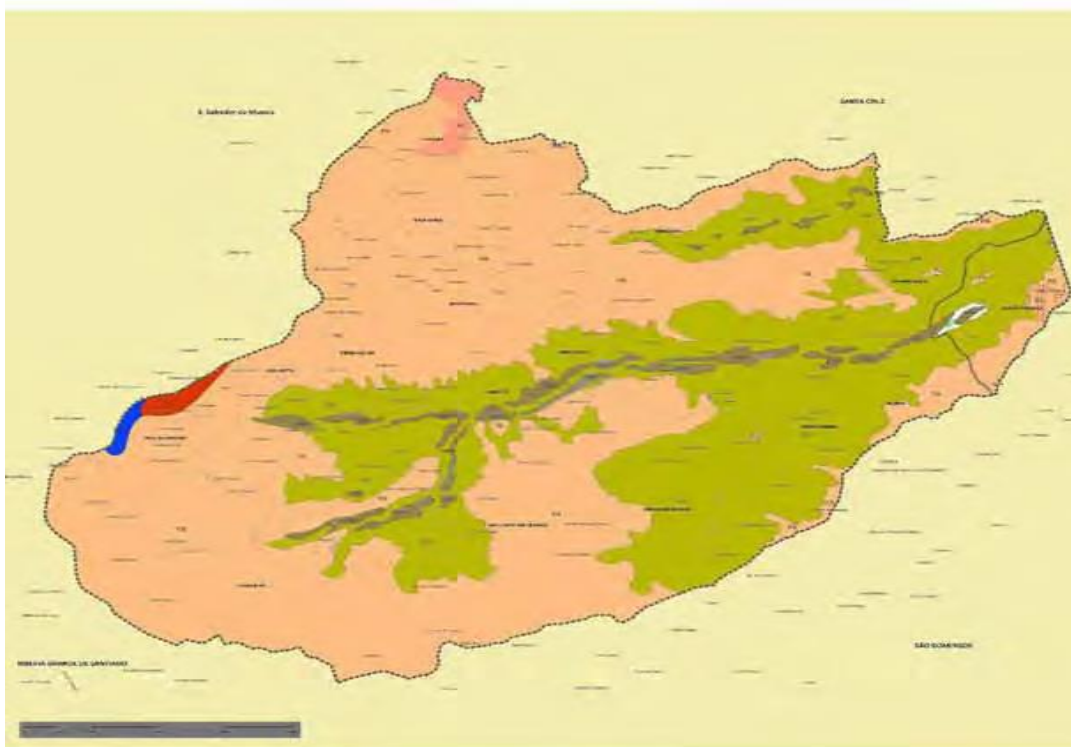
O estudo dos aspetos geológicos do Concelho de S. Lourenço dos Órgãos permite obter informações importantes sobre as características pedológicas e litológicas do terreno de forma a identificar, entre outras, as zonas de duvidosa segurança geotécnica e de alta infiltração.

A geologia do vale dos Órgãos inscreve-se no quadro da ilha, particularmente na geologia da cabeceira dos grandes vales. De acordo com a Carta Geológica da ilha de Santiago, duas importantes formações geológicas dominam todo o território do Concelho:

- 1- Formação dos Órgãos (C.B.)** – esta formação geológica atinge sua maior extensão no fundo dos vales de Longueira, Pico de Antónia, Laje e Ribeira Seca.
- 2- Complexo do Pico de Antónia (PA)** – abrange toda a parcela cimeira das montanhas e a orla cimeira do anfiteatro das sub-bacias de Longueira, Pico de Antónia e Montanha até ao limite dos Concelhos de São Domingos, Ribeira Grande de Santiago e São Salvador do Mundo.

No Concelho de S. Lourenço dos Órgãos predominam as rochas vulcânicas basálticas. Estas rochas são compactas, escuras e apresentam uma elevada percentagem de minerais como por exemplo, olivinas e feldspatos (Fig.4.3).





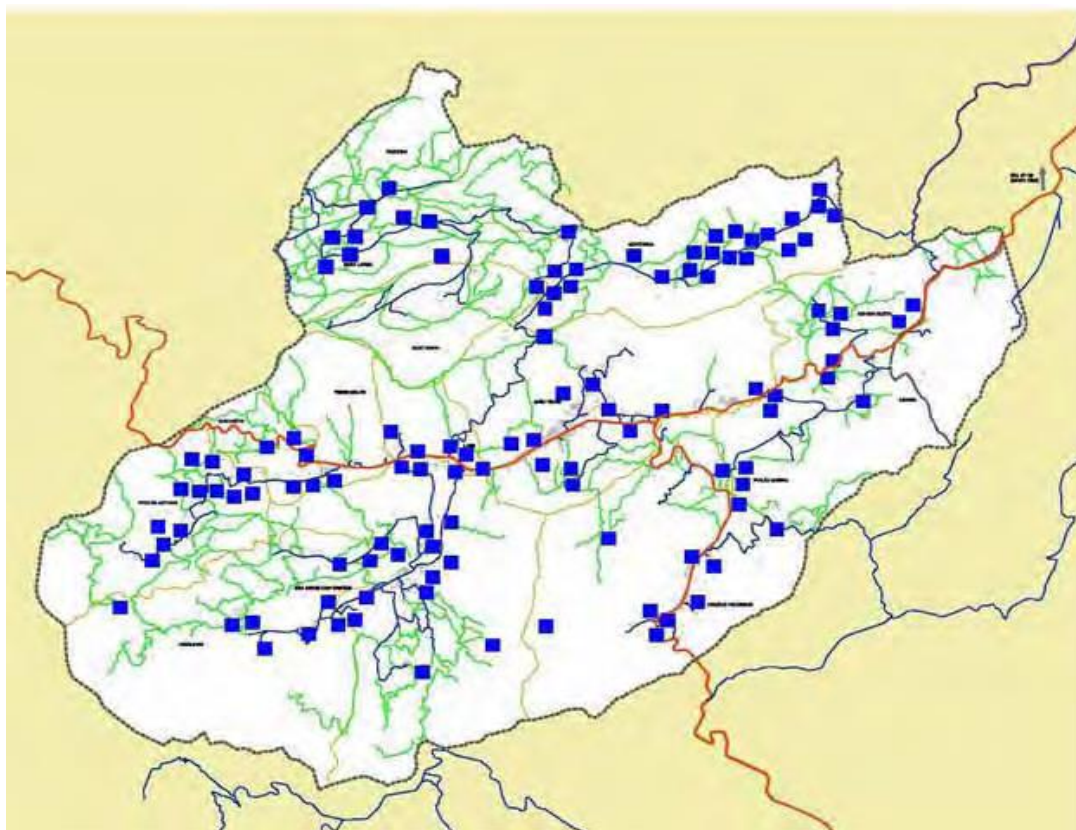
**Figura 4.3** - Planta de Zonagem Geológica de São Lourenço dos Órgãos (Fonte: Associação de Municípios de Santiago, 2013)

## 4.5 - Hidrologia e Recursos Hídricos

No Concelho de S. Lourenço dos Órgãos destacam-se duas grandes unidades hidrogeológicas:

- **Unidade de Base** – constituída essencialmente pela Formação dos Órgãos (CB). Esta unidade possui uma alta compacidade, elevado grau de alteração, baixa permeabilidade e capacidade de infiltração reduzida. O fundo dos vales do município está escavado nesta unidade. Corresponde cerca de 33% da superfície do Concelho;
- **Unidade Intermédia** – composta pela formação do Complexo Eruptivo de Pico de Antónia (PA), favorecem a infiltração e a ocorrência de nascentes na cabeceira dos vales, em localidades da cabeceira da Ribeira Seca, como Pico de Antónia, Gazela, Ribeirão Galinha e Longueira. Esta unidade corresponde cerca de 67% da superfície do Concelho.

A Figura 4.4 permite-nos visualizar a distribuição dos recursos e equipamentos hídricos do Concelho.

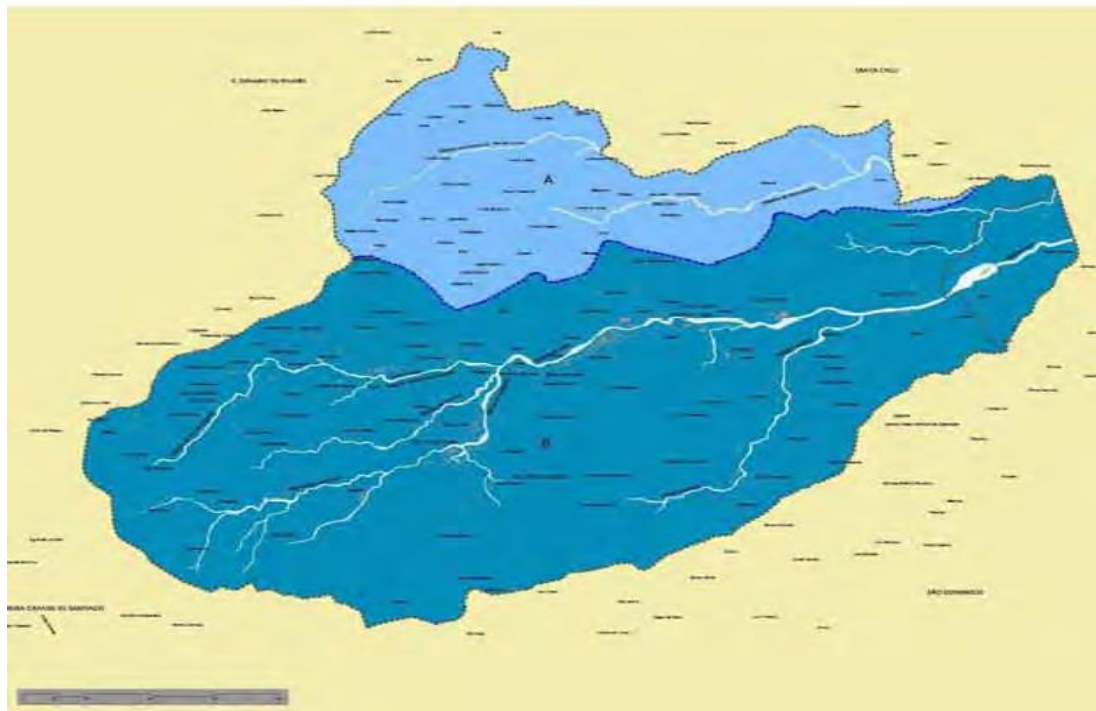


**Figura 4.4** - Planta Distribuição dos Recursos e Equipamentos Hídricos no município de São Lourenço dos Órgãos (Fonte: Associação de Municípios de Santiago, 2013)

Antes da construção da barragem, a totalidade da água utilizada no Concelho de São Lourenço dos Órgãos era de origem subterrânea. A captação das águas superficiais constitui uma experiência recente com a construção da barragem de Poilão Fonseca situada a montante da Bacia Hidrográfica da Ribeira Seca. Segundo Costa & Nunes esta barragem tem a capacidade de armazenar cerca de 1,2 milhões de m<sup>3</sup> de água, para irrigar uma área de aproximadamente 70 hectares. A área da bacia controlada pelo local da barragem de Poilão é de 28 km<sup>2</sup> (coincidente com 70% do Concelho). Ocupa 39% da área total da bacia.

A principal rede de drenagem do Concelho tem origem na cumeeira do anfiteatro do maciço de Pico de Antónia, a maior elevação da ilha de Santiago, as várias linhas de água, que constituem várias sub-bacias, juntam-se para formar a Bacia hidrográfica de Ribeira Seca. Esta destaca-se não só pelo seu tamanho, mas também pelo potencial para a realização de atividades agrícolas.

De acordo com a planta hidrográfica (Fig.4.5), o sistema hidrológico existente (á área de estudo corresponde apenas aos limites do Concelho) é constituído por duas bacias hidrográficas: das Ribeiras de Fundura e Montanha e da Ribeira Seca.



**Figura 4.5** - Planta Hidrográfica de São Lourenço dos Órgãos (Fonte: Associação de Municípios de Santiago, 2013)

#### **4.6 - Abastecimento de água no Concelho de São Lourenço dos Órgãos**

A água explorada no Concelho é maioritariamente de origem subterrânea, proveniente de 102 pontos de água (furos, poços e nascentes), num total estimado de 720 m<sup>3</sup>/d proveniente dos poços e 913 m<sup>3</sup>/d proveniente dos furos de acordo com o Plano Ambiental Municipal (Quadro 4.1). Deste total, os furos representam 12,8% da água utilizada, poços 25,5% e nascentes 61,7%.

**Quadro 4.1** - Pontos de água e o volume (m<sup>3</sup>) de água explorado no Concelho de São Lourenço dos Órgãos (Fonte: ANMCV, 2008)

Localidades	Furos		Poços		Nascente
	Quantidade	Volume (m <sup>3</sup> /d)	Quantidade	Volume (m <sup>3</sup> /d)	
<b>Pico de Antónia</b>	5	26	6	60	31
<b>João Teves</b>	1	81	3	60	6
<b>Órgãos Pequeno</b>	1	41	8	210	6
<b>Covada</b>	1	21	2	60	1
<b>Pedra Genela</b>		20	1	240	1
<b>Longueira</b>	4	702	3	30	12
<b>Ribeirão Galinha</b>	1	22	3	60	6

De acordo com a Câmara Municipal de São Lourenço dos Órgãos, destes 102 pontos de água existentes só 8 são geridos pelo INGRH e pelo Serviço de Água da Câmara Municipal de São Lourenço, devido a dificuldades de ordem técnica e financeira.

A localidade de Pico de Antónia é a que tem mais nascentes, em virtude de formação geológica do mesmo nome, que funciona como bacia de retenção das águas pluviais e também por ser a área mais pluviosa do Concelho.

A barragem de Poilão está localizada na sub-bacia da Ribeira Seca. Esta barragem tem uma capacidade de 1,7 milhões de metros cúbicos, destinada fundamentalmente à irrigação de 774 hectares de terras a jusante da barragem (Fig.4.6).



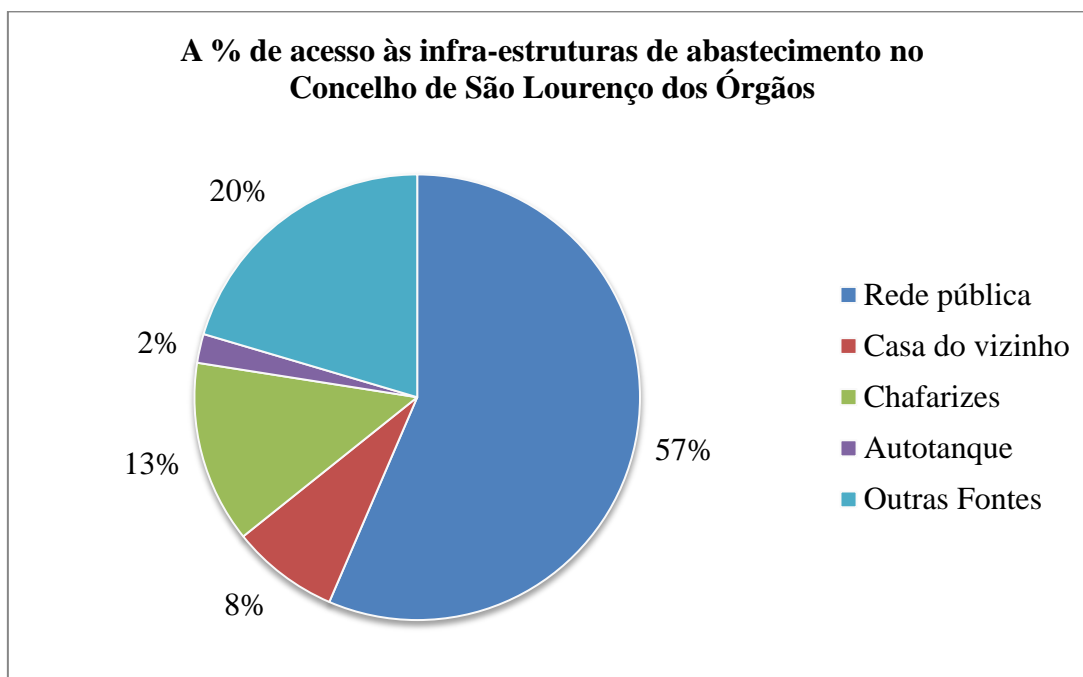
**Figura 4.6** - A barragem de Poilão no Concelho de São Lourenço dos Órgãos (Fonte: Wikimapia, 2013)

#### **4.6.1 - Acesso às infra-estruturas**

No Concelho de São Lourenço dos Órgãos, de acordo com o Censo de 2010, 56,4% da população abastece-se através da ligação à rede pública, 7,8% utiliza rede pública mas vai busca-la a casa do vizinho, 13,2% abastecem-se através de chafarizes, 2,1% através de autotanques e 20,4% abastecem em poços, levadas, nascentes, entre outros (Fig.4.7).

É de salientar que ainda há uma parte significativa da população que se abastece de forma precária, através de origens que são consideradas como possivelmente não potáveis (poços, levadas, nascentes, etc.).





**Figura 4.7** - A percentagem de acesso às infra-estruturas de abastecimento de água no Concelho de São Lourenço dos Órgãos, Censo 2010 (Fonte: INE, 2013)

Nota-se que há uma grande disparidade entre zonas, em termos de abastecimento através da rede pública (Fig.4.7). Há zonas com uma boa percentagem de acesso a rede pública (Ex: São Jorge com 100%), mas ao mesmo tempo há zonas que não tem acesso nenhum a rede pública (Ex: Fundura com 0%) (Censo 2010).

No Quadro 4.2 apresentam-se percentagens de abastecimento de água das principais zonas do Concelho.

Quadro 4.2 - Percentagens de abastecimento de água das principais zonas do Concelho de São Lourenço dos Órgãos, face aos vários tipos de abastecimento, Censo 2010 (Fonte: INE, 2013)

<b>Principais Zonas</b>	<b>Rede pública (%)</b>	<b>Casa dos vizinhos (%)</b>	<b>Chafariz (%)</b>	<b>Autotanque (%)</b>	<b>Outras fontes (%)</b>
<b>Achada Costa</b>	35,7	3,6	57,1	0	3,6
<b>Boca Larga</b>	0	0	7,4	2,1	90,5
<b>Fundura</b>	0	0	0	0	100
<b>João Goto</b>	10,2	2	85,7	0	2
<b>João Teves</b>	84,9	14,5	0	0	0,6
<b>Montanha</b>	0	0	65,4	1,3	33,3
<b>Montanhinha</b>	0	0	30	0	68,3
<b>Lage</b>	86,4	13,6	0	0	0
<b>Levada</b>	72,2	2,1	19,1	4,3	2,1
<b>Órgãos Pequeno</b>	71,7	9,8	16,3	0	2,2
<b>Longueira</b>	74,6	7,9	0	7,9	9,5
<b>Pico de Antónia</b>	23,1	3,1	7,7	1,5	64,6
<b>São Jorge</b>	100	0	0	0	0

#### 4.6.2 – Tarifas de água do Concelho de São Lourenço dos Órgãos

É de realçar que a informação sobre as tarifas de água do Concelho de São Lourenço dos Órgãos foi fornecida pelo gabinete técnico da Câmara Municipal de São Lourenço dos Órgãos. Existe valores diversos para a rede pública, autotanques, chafariz e venda direta dos furos.

- **Rede Pública**

Os preços da água da rede pública no Concelho de São Lourenço dos Órgãos, estão discriminados no Quadro 4.3 de acordo com as quantidades ( $m^3$ ) estipuladas, e são cumulativos.

**Quadro 4.3** - Tarifa da água da rede pública no Concelho de São Lourenço dos Órgãos  
(Fonte: Câmara Municipal de São Lourenço dos Órgãos, 2013)

<b>Rede Pública</b>	
<b>Quantidade (<math>m^3</math>)</b>	<b>Preço (€/m<sup>3</sup>)</b>
<b>0 - 5</b>	4,5
<b>6 - 10</b>	1,4
<b>10 - 15</b>	1,5
<b>&gt; 15</b>	3

- **Autotanque**

O abastecimento às cisternas comunitárias é 1,4 euros/  $m^3$ , vendas particulares em autotanques com 10  $m^3$  de capacidade custam 55 euros e com 8  $m^3$  de capacidade custam 37 euros. A venda de rotina ascende a 0,5 euros por bidões de 200 litros.

- **Chafariz**

No caso de chafarizes ligados a rede pública, o valor é de 0,03 euros por 20 litros e no caso de chafarizes abastecidos por autotanques é de 0,05 euros por 20 litros.

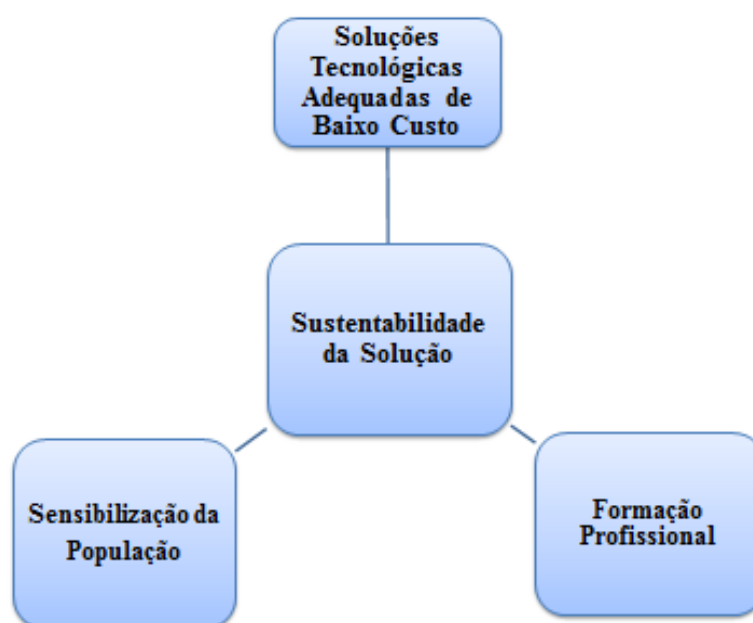
- **Venda direta nos furos** é de cerca de 3 euros/  $m^3$ .

Pelas tarifas de água do Concelho, nota-se que existe uma grande variabilidade dos preços de acordo com o serviço prestado. No caso de autotanque, o preço da água é em média cerca de 5 euros/  $m^3$  que não deixa de ser muito elevado. Logo, é preocupante o facto do preço da água em Cabo Verde por metro cubico (cerca de 4 euros/  $m^3$ ), seja de longe a mais alta em África e de estar entre os preços mais altas do mundo (Africa Infrastructure Country Diagnostic, 2010).



## 4.7 - Apresentação de soluções para melhoria do abastecimento de água no Concelho de São Lourenço dos Órgãos

Pretende-se neste ponto apresentar algumas soluções possíveis ou viáveis, que permitirão o aumento do acesso a água potável a população rural do Concelho de São Lourenço dos Órgãos, com vista à melhoria do bem-estar da mesma e o desenvolvimento económico do Concelho. No âmbito deste trabalho, as soluções ou ações propostas, com vista a sustentabilidade, dividem-se em três componentes como mostra a Figura 4.8 (Soluções tecnológicas adequadas de baixo custo, Sensibilização da população e Formação profissional).



**Figura 4.8** - Esquema das componentes da solução proposta

As propostas têm especial aplicação nas zonas mais altas do Concelho de São Lourenço dos Órgãos, onde a maioria da população abastece de forma precária (poços e nascentes) de acordo com o Quadro 4.1. A maioria da população destas zonas são constituídas por famílias de agricultores, que produzem para o próprio sustento. Sendo que as zonas abrangentes são: Boca Larga, Fundura, Montanha, Montanhinha e Pico de Antónia, com uma população total de cerca de 2016 habitantes (Censo 2010), sendo cerca de 66,1% (1333 habitantes) da população abastecem de forma precária, com um consumo médio de cerca de 13330 l/dia (i.e. 10 l/hab/dia). Consumo este, que se encontra abaixo do recomendado pela organização Mundial de

Saúde (20 a 40 l/hab/dia), resultado neste caso em 26660 l/hab/dia, para um valor de 20 l/hab/dia.

#### **4.7.1 - Soluções tecnológicas adequadas de baixo custo**

No Concelho de São Lourenço dos Órgãos existem várias fontes de abastecimento de água geridas pela própria população (como por exemplo poços familiares e nascentes), em que a melhoria dos mesmos constitui uma mais-valia para a população. Em África existe um programa (desenvolvido no Zimbabwe) de água potável dos Governos, ONGs e agências externas de assistência, dirigidas para abastecimento público, apenas para o uso doméstico. Este programa já há muito tempo designado de poços familiares melhorados-PFM (ou “Upgraded Family Well-UFW”) tem duas características particulares interessantes. Cada agregado investe e controla o seu próprio abastecimento de água sem depender do governo para a manutenção; a mesma fonte de água é muitas vezes usada tanto para uso doméstico como para fins agrícolas, o que pode aumentar consideravelmente o rendimento da população mais pobre. Os poços baseiam-se numa prática tradicional e servem para as necessidades e usos múltiplos da água, não apenas como água potável doméstica. Em particular, os poços podem fornecer água suficiente para irrigação de agricultura de pequena escala, contribuindo diretamente para o alívio da pobreza. A utilização de simples bombas manuais ou de pedal, que tipicamente produzem rendimentos oito vezes superiores aos poços com baldes, pode aumentar o benefício relativamente a quantidade e a qualidade da água. Assim, a mesma fonte de água pode contribuir para melhorar a saúde assim como o desenvolvimento económico. Devido aos problemas económicos atuais dos países Africanos, estes PFM estão-se a revelar sustentáveis que o abastecimento público, jogando assim um papel vital na sobrevivência das populações rurais. Este conceito de abastecimento de água a nível dos agregados familiares poderia ter uma aplicação mais alargada em África (Water and Sanitation Program, 2002).

A figura 4.9 mostra um poço que foi melhorado com a adição de uma bomba de corda e a figura 4.10 mostra como um poço foi melhorado, por construção de tijolos para elevar o topo do poço acima do nível do solo, todos em África.



**Figura 4.9** - Poço Familiar Melhorado com implementação de uma bomba manual em África (Fonte: Water and Sanitation Program, 2002)



**Figura 4.10** - Poço Familiar Melhorado por construção de colunas de tijolos para elevar o topo do poço acima do nível do solo para evitar a contaminação, em África (Fonte: Water and Sanitation Program, 2002)

### **Exemplo de uma família de agricultores no Zimbabwe:**

O Sr. Tendai Chinamo e sua família vivem numa área comunal a 50 km de Murehwa no Zimbabwe. O seu terreno, de aproximadamente 2,5 hectares é usada para produção agrícola. O terreno apresenta um lençol de água elevado e tem diversas fontes de água. Para o uso doméstico, a família tem um PFM adequadamente protegido. Para a produção, têm dois poços equipados com bombas de corda bem como poços abertos, com a irrigação através de baldes. O Sr. Chinamo é um produtor exterior para uma companhia de exportação de hortícolas. Produz uma larga diversidade de vegetais de exportação para a Europa. A família também produz milho, vegetais básicos e fruta para consumo caseiro e para a venda tanto localmente como em Harare, a cidade do Zimbabwe. Os seus rendimentos agrícolas, derivados também da gestão da água para a produção, são significativos. A família pode facilmente cobrir os custos de manutenção das suas fontes de água doméstica e produtiva (Water and Sanitation Program, 2002).

Enquanto este exemplo mostra o que pode ser alcançado, a maioria dos agricultores nas áreas comunais dependem de remessas de dinheiro de membros da família empregados nas zonas urbanas ou em outros países da África Austral. Abordar a pobreza nas áreas comunais, particularmente quando o governo está concentrado noutros assuntos, requer estratégias para que os agregados familiares encontrem soluções para saírem da pobreza mesmo sem ajuda de grandes subsídios.

### **Manutenção**

Os requisitos de manutenção dos PFMs são mínimos. Algumas reparações estruturais podem ser necessárias periodicamente, bem como substituições periódicas das rodelas para os guinchos, que podem ser feitas a partir de pneus velhos de carro, de correntes e baldes para colecta da água.

### **O PFM é um sistema sustentável**

O PFM foi originalmente concebido e projetado pela equipa do Laboratório Blair, como um sistema de abastecimento de água familiar sustentável, e a sua sustentabilidade tem sido claramente demonstrada ao longo de um período de catorze anos. Cada agregado tem a sua propriedade individual, podendo seleccionar a tecnologia adequada às circunstâncias. O programa de poços familiares melhorados promove tecnologias (revestimento dos poços, baldes e guinchos, bombas manuais) que são baratos e duráveis. Para além disso, cada família pode melhorar ainda mais a tecnologia, sempre que assim o desejar.

## **Constrangimentos**

### **➤ Considerações geográficas**

A nível nacional, algumas pessoas defendem que a tecnologia dos PFM's apenas se aplica a zonas do Continente onde existem grandes lençóis de água e com boa precipitação. Contudo, na prática, as famílias têm melhorado com sucesso os poços em distritos do Continente, incluindo áreas secas ou supostamente pobres em lençóis de água. Logicamente que, durante a época seca, os PFM's têm mais probabilidade de secar, comparativamente aos furos de água, dado que são menos profundos, mas experiências nas grandes secas de 1991/92 e 1994/95 mostraram que os furos podem acabar também por secar. As pessoas podem ser, nessa altura, forçadas a recorrer a fontes de água não protegidas. Uma solução para este problema poderia ser a instalação dum pequeno número de furos muito fundos, em aquíferos com disponibilidade, para providenciar água potável durante as secas, e um grande número de poços familiares para o uso normal.

### **➤ Reservas quanto à qualidade da água**

Foram também levantadas preocupações em relação à qualidade da água dos poços familiares. Melhorar e proteger os poços aumenta consideravelmente a qualidade da água em comparação com um poço não protegido, e os benefícios de saúde podem ser assegurados se os programas de melhoramentos forem apoiados por uma efetiva educação da população em saúde e higiene.

### **➤ Pessoal**

Um outro constrangimento na expansão dos poços familiares é o de recursos humanos: uma agência governamental pode instalar um furo de captação com muito menos trabalho, educação e tempo do que, por exemplo, vinte e cinco poços familiares, e com igual capacidade total.

## **O PFM tem aplicação internacional**

As ideias desenvolvidas no Zimbabwe foram já estendidas a Moçambique, onde o governo reconheceu os benefícios do abastecimento de água a nível dos agregados rurais e implementou com sucesso programas apoiados tanto pela GTZ (Cooperação Técnica Alemã) como pela WaterAid. Um pequeno programa começou também na Serra Leoa. Existem condições apropriadas para o seu uso em grande parte do continente Africano (Water and Sanitation Program, 2002).

## A implementação do PFM no Concelho de São Lourenço dos Órgãos

De acordo com o INGRH o consumo médio é de 10 l/hab/dia. Como a maior parte da população é constituída por famílias de agricultores, valor da capitação deve ser pelo menos de (40 l/hab/dia), no total cerca de 53320 l/hab/dia para permitir também a rega de pequenas hortas.

O Quadro 4.4 apresenta o consumo médio e consumo pretendido por zona.

**Quadro 4.4 - Consumos médios e Consumo pretendido por zona**

<b>Zonas</b>	<b>Nº de habitantes que abastece de forma precária</b>	<b>Consumo médio (l/dia)</b>	<b>Consumo pretendido (l/dia)</b>	<b>Diferença (l/dia)</b>
<b>Boca Larga</b>	432	4320	17280	12960
<b>Fundura</b>	112	1120	4480	3360
<b>Montanha</b>	153	1530	6120	4590
<b>Montanhinha</b>	230	2300	9200	6900
<b>Pico de Antónia</b>	406	4060	16240	12180
<b>Total</b>	1333	13330	53320	39990

A proposta consiste na implementação de bombas manuais de simples operação e manutenção em poços existentes, ou seja, com o método VOLM (Operação e Manutenção ao Nível da Comunidade). Para cada zona prevê-se a implementação de duas bombas manuais de corda para adquirir o consumo pretendido estipulado no quadro 4.5. Aumentando assim o consumo de água de cerca de 53320 l/dia, melhorando o bem-estar da população de forma sustentável e aumentando a sua geração de rendimentos, proporcionando o desenvolvimento económico do próprio Concelho.

É de realçar que o número de bombas está relacionado como o número de poços existente em cada zona para consumo doméstico, informação esta que foi fornecida pela Câmara Municipal de São Lourenço dos Órgãos.

Admitindo que cada bomba tem a capacidade de extrair 40 l/min (2,4 m<sup>3</sup>/hora), no caso de serem bombas de corda (Netherlands Water Partnerchip, 2006). Apresenta-se no Quadro 4.5, o número de horas de funcionamento das bombas, para cada zona do Concelho, assumindo apenas duas bombas por zona a operar.

**Quadro 4.5** - A quantidade de bombas manuais necessárias por zona e a duração média de bombagem por hora

Zonas	Quantidade de bombas necessárias	Duração média de uma bomba (horas)
Boca Larga	2	8
Fundura	2	2
Montanha	2	3
Montanhinha	2	4
Pico de Antónia	2	7

Deve operar uma bomba em cada zona de cada vez e mantendo a outra bomba como reserva em caso de avaria e manutenção. Devido a variabilidade dos consumos ao longo do dia, é natural que tenham de funcionar constantemente duas bombas e por períodos prolongados, no caso de Boca Larga.

Em média, o custo das dez bombas será de cerca de 450 euros (Netherlands Water Partnerchip, 2006), mas é de realçar que o preço das bombas pode variar de região para região, e que o valor indicado é só uma estimativa.

Como na zona de Pico de Antónia existem 31 nascentes (Quadro 4.1), as que estão em degradação serão recuperadas e protegidas de forma a diminuir o risco de contaminação das mesmas.

Dado o número de origens (poços), é possível que o número de bombas desejável seja bastante superior ao número necessário, que consta no Quadro 4.5.

A água recolhida deverá ser tratada pelo método de SODIS anteriormente descrito e seguindo resumo:

A desinfecção solar é um método de tratamento de água fácil de aplicar, que utiliza a radiação solar para melhorar a qualidade bacteriológica do líquido. É ideal para o tratamento de pequenas quantidades de água. A água a tratar é colocada em garrafas de plástico ou de vidro expostas a luz solar por seis horas por dia.

Recomenda-se a aplicação do método SODIS em garrafas PET, por serem leves e que não quebram. Se houver turvação na água, a mesma deve ser submetida a uma simples filtração, antes de aplicar o método SODIS.

Com nuvens a quantidade de radiação solar é reduzida, logo nas condições de nebulosidade, as garrafas devem ser colocadas por dois dias consecutivos ao sol.

A água tratada deverá ser mantida no frasco e bebida diretamente a partir da mesma com auxílio de um copo, prevenindo a sua contaminação. A garrafa deve ser selada e armazenada em local fresco e escuro a tempo indeterminado.

E de realçar, que as perspectivas de evolução da Câmara Municipal de São Lourenço dos Órgãos para melhorar o abastecimento de água no Concelho, consistem, essencialmente, na expansão da rede pública, Projeto este que requer um financiamento elevado e que provavelmente não será posto em prática tão cedo. Devido aos problemas económicos do Concelho e do País, as soluções acima indicadas revelam-se mais sustentáveis que simplesmente a expansão da rede pública, jogando assim um papel vital na sobrevivência da população rural do Concelho, pelo menos a curto/médio prazo.

#### **4.7.2 - Sensibilização da População**

As campanhas de sensibilização são cruciais para geração de conhecimento entre as comunidades e de apoio à proteção e melhoria da qualidade da água. As campanhas podem alterar o comportamento das pessoas, criar capacidades e conduzir processos de mudança ao nível da comunidade.

A participação pública constitui igualmente um instrumento de consideração de valores, dos objectivos e das preferências do público nos processos de decisão. A participação pública também tem sido considerada como um instrumento educativo relativamente à responsabilidade social e à cidadania (Partidário e Jesus, 2003). Logo, é importante aproveitar estas palestras de sensibilização, para eliciar o envolvimento do público de forma a perceber as suas preocupações e necessidades, que possam ser considerados em futuros projetos.

A disponibilidade e a potabilidade da água é um dos componentes vitais para o desenvolvimento sustentável de uma região. Nas regiões rurais do Concelho de São Lourenço dos Órgãos, ainda existe uma boa franja da população que se abastece de forma precária cerca de 20,4% de acordo com o Censo 2010, através de nascentes e poços rasos, que são fontes susceptíveis de contaminação. A maioria desta população não está ciente do risco de ocorrência de doenças de origem hídrica.

A população é maioritariamente jovem, cerca de 62% (Bento, Dulcineia 2009), com grande afluência ao ensino, tanto pré-escolar, ensino básico e ensino secundário.

A criação de um Programa de Educação Ambiental nas escolas do Concelho de São Lourenço dos Órgãos constituía uma mais-valia para promover a consciencialização dos jovens e conduzir a uma convivência harmoniosa com o Ambiente e as demais espécies que habitem o planeta, auxiliando o aluno a analisar criticamente o princípio antropogénico, que tem levado a destruição inconsequente dos recursos naturais e de várias espécies.



A Educação Ambiental, como componente essencial no processo de formação e educação permanente, com uma abordagem direcionada para a resolução de problemas, contribui para o envolvimento ativo do público, torna o sistema educativo mais relevante e mais realista e estabelece uma maior interdependência entre estes sistemas e o ambiente natural e social, com o objetivo de um crescente bem-estar das comunidades humanas.

### **As fases de trabalho em Educação Ambiental**

A concretização destes objetivos depende, essencialmente, da forma como são desencadeadas as diferentes fases de trabalho em Educação Ambiental: a sensibilização, a informação, o envolvimento e a ação.

A Educação Ambiental deve assim:

- Adotar uma abordagem interdisciplinar, global, pois, só assim, se compreende a profunda interdependência entre o meio natural e o meio artificial;
- Considerar o ambiente na sua totalidade, o que quer dizer, natural, criado pelo homem, ecológico, político, económico, tecnológico, social e cultural;
- Abordar as questões do ambiente sob uma perspetiva mundial, mas, respeitando sempre as diferenças regionais;
- Promover a participação ativa dos cidadãos na preservação e na resolução dos problemas relativos ao ambiente, fomentando, a iniciativa e o sentido de responsabilidade de cada cidadão, para um desenvolvimento sustentado.

A escola é o espaço social e o local onde o aluno dá sequência ao processo de socialização. O que nela se faz se diz e se valoriza representa um exemplo daquilo que a sociedade deseja e aprova. Comportamentos ambientalmente corretos devem ser aprendidos na prática, no quotidiano da vida escolar, contribuindo para a formação de cidadãos responsáveis.

Considerando a importância da temática ambiental e a visão integrada do mundo, no tempo e no espaço, a escola deverá oferecer meios efetivos para que cada aluno compreenda os fenómenos naturais, as ações humanas e sua consequência para consigo, para sua própria espécie, para os outros seres vivos e o ambiente. É fundamental que cada aluno desenvolva as suas potencialidades e adote posturas pessoais e comportamentos sociais construtivos, colaborando para a construção de uma sociedade socialmente justa, em um ambiente saudável.

Com os conteúdos ambientais presentes em disciplinas do currículo e contextualizados com a realidade da comunidade, a escola ajudará o aluno a perceber a correlação dos fatos e a ter uma visão integral do mundo em que vive. Para isso, a Educação Ambiental deve ser abordada de forma sistemática e transversal, em todos os níveis de ensino, assegurando a presença da dimensão ambiental de forma interdisciplinar nos currículos das diversas disciplinas e das atividades escolares, incluindo naturalmente aspetos de saúde pública.

### **Proposta de etapas a serem seguidas na elaboração do Programa de Educação Ambiental:**

- ❖ A Câmara Municipal de São Lourenço dos Órgãos antes de elaborar o Programa de Educação Ambiental deve fazer um levantamento do perfil ambiental e dos projetos que estão sendo desenvolvidos nas escolas do Concelho;
- ❖ A Câmara deve aproveitar dos parceiros locais e nacionais (Instituto Superior de Ciências Agrárias, SAAS, Associações do Concelho, ONGs entre outros) e construir um conjunto de recursos de carácter transversal e multidisciplinar através do qual as escolas possam promover a educação para a sustentabilidade, desafiando-os a ter uma participação mais ativa na sensibilização ambiental da comunidade envolvidas na resolução de problemas locais;
- ❖ De acordo com a realidade do Conselho, deve dar-se ênfase à problemática do abastecimento de água, relativamente a quantidade e qualidade da mesma. O Programa deve iniciar-se com a temática da Água (consumo, desperdício, poluição). E depois alargado para várias temáticas ao longo dos anos, sendo que em Cabo Verde a temática ambiente é ainda muito restrita;
- ❖ O material informativo deve ser enviado para todas as escolas do Concelho de São Lourenço dos Órgãos, para dar conhecimento das atividades desenvolvidas no ano letivo;
- ❖ As atividades desenvolvidas devem incluir Visitas de Estudo, Oficinas, Ações no recinto escolar, Concursos, Comemoração do dia temático, entre outros, no âmbito da temática Água (consumo, desperdício, poluição);
- ❖ A seleção das atividades a desenvolver deve obviamente ter em atenção que a seleção das questões ambientais sejam significativas para os alunos e adequadas ao ano letivo que se encontram;
- ❖ No final de cada ano letivo deve ser realizada uma Sessão de Encerramento do Programa através da realização de um evento onde os alunos e professores possam participar em diversas atividades pedagógicas, como peças de teatro, jogos ambientais, atividades ao ar livre e sessão de entrega de prémios às escolas vencedoras dos concursos desenvolvidos no âmbito do Programa.

O Programa de Educação Ambiental deve promover atividades da temática água para os alunos com alguma maturidade. Logo, a temática água pode ser abordada a partir da 4ª classe até a 6ª classe.

As atividades desenvolvidas sobre a temática água podem ser:

- ❖ Palestra sobre a importância da potabilidade da água na saúde humana;
- ❖ Palestras sobre as fontes de abastecimento de água do Concelho de São Lourenço dos Órgãos e como as mesmas são susceptíveis de contaminação;
- ❖ Palestra sobre tratamento de água (Desinfecção domiciliar);
- ❖ Visita de estudo na ELECTRA (Empresa privatizada responsável pela produção e distribuição de água em Cabo Verde);
- ❖ Projeto de recuperação de nascentes existentes no Concelho (Esta atividade pode consistir num concurso entre as escolas do Concelho, a escola vencedora será aquela que melhor executou o seu Projeto).

A seguir serão apresentados exemplos de atividades desenvolvidos em Programas de Educação Ambiental. Atividades que são desenvolvidas no âmbito da temática Água e não só, como mostram as figuras abaixo (Fig.4.11 e Fig.4.12)

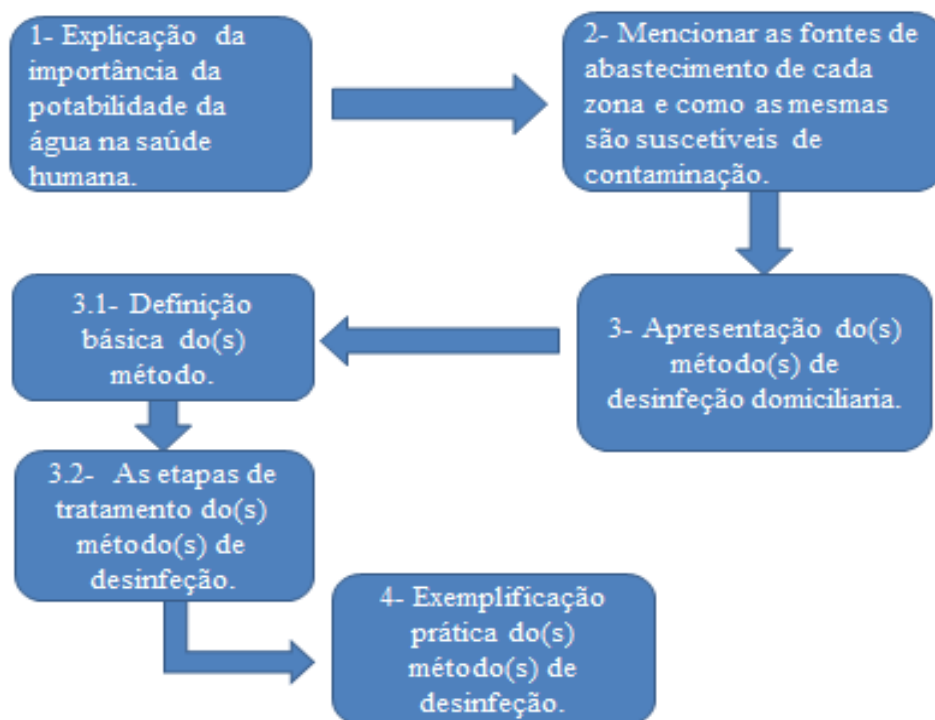


**Figura 4.11** - Alunos da Escola Municipal Ovídio Luiz Franzoni na palestra sobre tratamento de água (Fonte: Pontalti, Edna 2005)



**Figura 4.12** - Crianças entre 3 e 5 anos acompanham com curiosidade a plantação de árvores no pátio da escola (Fonte: Pontalti, Edna 2005)

Para a sensibilização da população a Câmara de São Loureço dos Órgãos deve criar um programa de informação, porta à porta, nas zonas do caso de estudo. São de cerca de 423 agregados familiares (Censo, 2010) que se abastecem de forma precária. Deve aproveitar-se o suporte técnico, mobilizador e dinamizador da sociedade civil do Instituto Superior de Ciências Agrárias do Concelho, e fazer uma seleção de cerca de 30 alunos para participarem no programa de informação porta à porta, com uma duração de 2h30 num período de cerca de 15 dias por ano, nas férias de semestre (15 dias no mês de Fevereiro) para não prejudicar o aproveitamento escolar. O programa de informação poderia seguir a sequência proposta na figura 4.13.



**Figura 4.13** - Proposta de conteúdo do programa de informação porta à porta, para a sensibilização sobre a importância da potabilidade da água na saúde humana

Fase 1 consiste numa explicação da importância da qualidade da água na saúde humana. Na fase 2 deve ser mencionada as fontes de abastecimento de cada zona e como as mesmas são susceptíveis de contaminação.

Na fase 3 deve ser feita uma apresentação dos métodos de tratamento, a Fervura e o SODIS. Sendo a fervura o método mais simples, deve fazer-se uma apresentação e descrição breve da mesma. Relativamente ao SODIS deve ser feita uma apresentação e descrição bastante detalhada. Na fase 4 devem ser dados exemplos práticos dos métodos comuns de desinfecção, e uma explicação de como proceder em caso de constrangimentos ou limitações.

Para elaboração do tratamento de desinfecção domiciliário SODIS, a população em questão precisará de garrafas de plástico vazio. Logo, a Câmara Municipal deve aproveitar às infra-estruturas sociais como o Posto Policial, Registo Civil, Correio entre outros do Concelho e fora do mesmo com por exemplo a empresa TACV (Transportes Aéreos de Cabo Verde) criando uma parceria de compromisso, garantindo a separação das garrafas de água de plástico usados pelos funcionários, e do seu envio mensal para a Câmara Municipal de São Lourenço dos Órgãos. A Câmara deve distribuir este material pelos 423 agregados familiares todos os meses, uma vez que as garrafas utilizadas no tratamento têm que ser substituídas com frequência.

### **4.7.3 - Formação Profissional (Abastecimento de Água)**

Um curso de formação profissional em abastecimento de água seria o ideal para transmitir os conhecimentos necessários para formar profissionais competentes e capazes de lidar com diferentes situações. A proposta é um curso de formação profissional de curta duração (2 meses) leccionada uma vez por ano com regime nocturno de modo a garantir que o mesmo não afeta a vida profissional do público-alvo. Os principais público-alvo são os chefes de família e os candidatos com idade igual ou superior a 18 anos, sendo que os mesmos devem possuir pelo menos a 4ª classe de habilitações literárias. O objetivo do curso é transmitir conhecimento sobre abastecimento de água (Captação, Armazenamento e Tratamento) e sobretudo conhecimento sobre operação e manutenção de bombas manuais, para que no caso de avarias ou necessidades de manutenção das bombas, não seja necessário recorrer a ajuda externa, uma vez que a mesma pode ser feita pela própria comunidade especializada para este fim. O curso de formação profissional deve seguir a descrição feita no Quadro 4.6.

Prevê-se que a carga horaria seja de 3 horas por dia e duas vezes por semana, começando às 20 horas e terminando às 23 horas, com um intervalo de 15 minutos.

É de realçar que as aulas práticas devem ser leccionadas no regime diurno de acordo com a disponibilidade dos alunos.

Seria importante aproveitar o conhecimento dos docentes do Instituto de Ciências Agrárias do Concelho para leccionar o curso de formação profissional.

**Quadro 4.6** - Quadro síntese do Curso Profissional (Abastecimento de Água) em meio rural

	Capítulos	Descrição	Total de horas leccionadas	Teórica/prática	Laboratório
Capítulo 1	Introdução	Introdução aos serviços de abastecimento em meio rural e saúde pública	6	6	-
Capítulo 2	Captação	Abordagem das opções de captação existentes em meio rural	3	3	-
		Captação com bombas manuais	6	6	-
		Operação e manutenção de bombas manuais	9	3	6
Capítulo 3	Armazenamento	Abordagem das opções de armazenamento (pelo menos por 15 dias)	6	6	-
		Reparações e limpeza de reservatórios e cisternas	6	6	-
Capítulo 4	Tratamento	Abordagem da importância da potabilidade da água para a saúde humana	3	3	-
		Métodos de desinfecção domiciliária: Fervura, SODIS e desinfecção com cloro e iodo	9	3	6

## 5 - CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÕES

A água potável constitui um bem essencial a qualquer ser humano, tendo por isso toda a importância a abordagem deste tema. Contudo, nem todos os países e regiões têm a capacidade de proporcionar água potável aos habitantes, originando depois diversos tipos de doenças, muitas vezes mortais.

Apesar da crescente atenção internacional, há ainda um longo caminho a percorrer para que toda a Humanidade tenha acesso a um abastecimento de água seguro, sendo que ainda existem atualmente 780 milhões de pessoas sem acesso a água potável (UNICEF e WHO, 2012). O aumento do acesso a água potável e ao saneamento é também importante pelo impacto que tem noutros setores, como a saúde, a educação ou o ambiente, permitindo a melhoria dos mesmos.

Ao analisar detalhadamente a situação de abastecimento de água em Cabo Verde, verificou-se, que a mesma varia de ilha para ilha, e de Concelho a Concelho, bem como varia entre o meio urbano e rural. Sendo importante ter em atenção as características de cada ilha, pois essas informações, nomeadamente clima, hidrogeologia, condições socioeconómicas, entre outras, são fundamentais para se poder decidir quais as melhores soluções a implementar, a nível de abastecimento de água. De acordo com análise a situação de abastecimento de água da ilha de Santiago, sobre tudo do Concelho de São Lourenço dos Órgãos, ainda existe uma parte significativa da população que se abastece de forma precária, através de origens que são consideradas como possivelmente não potáveis (poços, nascentes, levadas, etc.). Tendo em conta a situação atual da Ilha é possível saber quais as soluções mais adequadas, como por exemplo o aproveitamento dos recursos superficiais (através de barragens), melhorias das infra-estruturas existentes, implementação de sistemas auto-suficientes, entre outros. Sendo que os costumes e tradições das comunidades também são relevantes, pois influenciam a escolha da melhor solução.

Outra dificuldade enfrentada é a dificuldade de acesso às infra-estruturas de abastecimento que garantem alguma potabilidade da água (rede pública) da população rural, por motivos de dificuldades financeiras ou por não existirem esses serviços nas zonas rurais. Sendo necessário que a população recorra a fontes não potáveis, como poços e nascentes. Para remediar o problema, foram propostos soluções para melhoria do abastecimento de água, relativamente a quantidade e qualidade. Levando em consideração as condições financeiras da Câmara Municipal do Concelho, foi proposta uma solução sustentável e de baixo custo. A mesma consiste no melhoramento das infra-estruturas existentes (poços familiares e nascentes) com tecnologias adequadas de bombagem manual e tratamento, faces as necessidades de cada zona.



Uma das dificuldades enfrentadas pelo Conselho de São Lourenço dos Órgãos é a falta da sensibilização da população rural, face a importância da potabilidade da água na saúde humana. A sensibilização da população sobre a temática é crucial para a geração de conhecimento nas comunidades e por isso, foi identificada a necessidade de desenvolver esse tema. Por isso, foi proposta um programa de sensibilização da população, através de um programa de informação, porta à porta, e criação de um programa de Educação Ambiental para a sensibilização dos jovens no ensino básico e secundário, sobre esta temática.

Também foi proposto uma ação de formação profissional, com o intuito de transmitir conhecimento teórico/prático a nível de abastecimento de água (captação, armazenamento e tratamento) e sobretudo conhecimentos sobre operação e manutenção de bombas manuais, para que no caso de avarias ou necessidades de manutenção das bombas, não seja necessário recorrer a ajuda externa, uma vez que a mesma pode ser feita no interior da própria comunidade por pessoas especializadas para este fim.

Devido aos problemas económicos do Concelho e do País, conclui-se que, as soluções propostas no âmbito deste trabalho podem revelar uma mais-valia para o aumento do acesso da água potável nas zonas rurais do Concelho de São Lourenço dos Órgãos a curto/médio prazo.

## Referências bibliográficas

Afonso, Celestino; (2006). **Impacte Ambiental da Barragem de Poilão**. Disponível em <http://portaldodoconhecimento.gov.cv/bitstream/10961/281/1/Impacte%20Ambiental%20da%20Barragem%20de%20Poil%C3%A3o.pdf>.>. Acesso em 2 de Abril 2013.

Amaral, Luiz; Filho, António; Junior, Oswaldo; Ferreira, Lúcia; Barros Ludmilla (2003). **Água de consumo humano como factor de risco à saúde em propriedades rurais**

ANMCV. (2013). **Associação Nacional dos Municípios Caboverdianos**. Disponível em <http://www.anmcv.com/ANMCV/ANMCVFAZPARTEDAREDEEUROAFRICANADEMUNIC%C3%8DPIO.aspx>.>. Acesso em 14 Julho de 2013.

Bertolo, Elizabete (2006). **Aproveitamento da Água da Chuva em Edificações**. Disponível em <http://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/60529/2/Texto%20integral.pdf>.>. Acesso em 12 de Abril 2013.

Borges, António (2006). **O Sector da Água em Cabo Verde: Pontos Fracos e Fortes**. Disponível em [http://www.islhagua.org/c/document\\_library/get\\_file?p\\_l\\_id=22263&folderId=22087&name=DIFE-915.pdf](http://www.islhagua.org/c/document_library/get_file?p_l_id=22263&folderId=22087&name=DIFE-915.pdf).>. Acesso em 18 de Março 2013.

Câmara Municipal de São Lourenço dos Órgãos (2011). **Relatório do Plano Director Municipal-Volume I**

Câmara Municipal de São Lourenço dos Órgãos (2011). **Relatório do Plano Director Municipal-Volume II**

Carvalho, Manuel; Brito, Alberto; Monteiro, Eurico; (2010). **Plano de Saneamento Básico, Cabo Verde**. Disponível em <http://www.sia.cv> .>. Acesso em 18 de Março 2013.

CMSLO. (2013). **Câmara Municipal de São Lourenço dos Órgãos**. Disponível em <http://cmslo.org/cms/>.>. Acesso em 13 de Junho 2013.

Correia, Paulina; (2008). **Água de Abastecimento público na ilha do Fogo- Concelho de São Filipe**. Disponível em <http://portaldodoconhecimento.gov.cv/handle/10961/1732>.>. Acesso em 8 de Agosto 2013.

ELECTRA. (2013). **Empresa de Electricidade e Águas**. Disponível em <http://www.electra.cv/index.php/Empresa.html>.>. Acesso em 2 de Setembro de 2013.

Enciso, Juan; Mecke, Michael; (2004). **Utilizando energia renovable para bombear agua**. Disponível em [http://repository.tamu.edu/bitstream/handle/1969.1/87259/pdf\\_1999.pdf?sequence=1](http://repository.tamu.edu/bitstream/handle/1969.1/87259/pdf_1999.pdf?sequence=1).>. Acesso em 30 de Maio 2013.

Freire, Susana; (2012). **Abastecimento de água e Saneamento na Comunidade de Países de Língua Portuguesa**.

Garmendia, Cecilia; Benitez, Daniel (2010). **As infra-estruturas em Cabo Verde: Uma perspectiva continental**.

Gomes,Joana (2004). **Contribuição para o estudo de sistemas de tratamento de água a adotar em zonas economicamente desfavorecidas.**

Governo de Cabo Verde. (2011). *Programa do Governo - VIII Legislatura 2011-2016.*

Heitor,A; Pina, A (2006). **Água Subterranea em Cabo Verde: Qualidade na ilha de Santiago.** Disponível em [http://www.aprh.pt/6\\_silusba/vol3\\_APRH\\_LF\\_819\\_888.pdf](http://www.aprh.pt/6_silusba/vol3_APRH_LF_819_888.pdf).>. Acesso em 23 de Março 2013.

IDA. (2007). **IDA at Work:Sanitation and Water Supply- improving for the poor. World Bank.**Disponivelem :<http://siteresources.worldbank.org/IDA/Resources/IDA-Sanitation-WaterSupply.pdf> .>. Acesso em 16 de Abril 2010.

INE. (2013).**Instituto Nacional de Estatística, Cabo Verde.** Disponível em <http://www.ine.cv/index.aspx>.>. Acesso em 15 Julho de 2013.

INGRH. (2013). **Instituto Naciaonal de Gestão dos Recursos Hídricos, Cabo Verde.** Disponível em <http://www.ingrh.cv/> .>. Acesso em 14 Junho 2013.

Marinho, Livia; (2006). **Abastecimento de água em pequenos aglomerados urbanos do estado da Paraíba.** Disponível em [http://bdtd.biblioteca.ufpb.br/tde\\_busca/arquivo.php?codArquivo=220](http://bdtd.biblioteca.ufpb.br/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=220).>. Acesso em 28 de Fevereiro 2013.

Merten,Gustavo; H,Minella; (2002). **Qualidade da água em bacias hidrográficas rurais:Um desafio actual para a sobrevivência futura.** Disponível em <http://www.irc.nl/page/28659>.>. Acesso em 19 de Abril 2013.

Moreira, Nelson; (2008). **Agricultura e o seu impacto no solo e água no Concelho de São Lourenço dos Órgãos.** Disponível <http://portaldoconhecimento.gov.cv/handle/10961/2244>.>. Acesso em 2 de Abril 2013.

NWP; Practica, Partners for Water; IRC; SIMANI; Agromisa, NCDO; Aqua for All (2006).**Soluções Hídricas Inteligentes, 3ª Edição** .Disponível em <http://portaldoconhecimento.gov.cv/handle/10961/2244>.>. Acesso em 6 de Março 2013.

Ramôa,Ana (2010). **Contribuição para a evolução do abastecimento de água e do saneamento de águas residuais em áreas peri-urbanas dos Países Africanos de Linguagem Oficial Protuguesa.**

Sempre Sustentável. (2013). Disponível em <http://www.sempresustentavel.com.br/index.html>.>. Acesso em 12 Agosto de 2013.

Tavares, Moisés; (2007). **A Qualidade da Água Subterrânea Utilizada no Concelho de Santa Cruz.**

Palaniappan, Meena; Gleick, Peter; Allen, Lucy; Cohen, Michael; Smith, Courtney; (2011).**Agricultura e o seu impacto no solo e água no Concelho de São Lourenço dos Órgãos.** Disponível em [http://www.pnuma.org.br/admin/publicacoes/texto/Cuidando\\_das\\_aguas\\_final\\_baixa.pdf](http://www.pnuma.org.br/admin/publicacoes/texto/Cuidando_das_aguas_final_baixa.pdf).>. Acesso em 13 de Agosto 2013.

Partidário, Maria; Jesus, Júlio. *Fundamentos de Avaliação de Impacte Ambiental*, Universidade Aberta, Lisboa, 2003, (pp 101).

Pinto, António; (2007). **A Educação Ambiental nas Estratégias e Práticas Associativas no Concelho de Santa Cruz**. Disponível em <http://bdigital.unipiaget.cv:8080/jspui/handle/10964/64>.>. Acesso em 8 de Março 2013.

**Portal de Conhecimento**. (2013). Disponível em <http://portaldoconhecimento.gov.cv/>.>. Acesso em 5 Agosto 2013.

UNICEF. (2011). **UN Secretary-General launches the “Sustainable Sanitation: Five-Year Drive to 2015.”** Disponível em [http://www.unicef.org/esaro/5440\\_Sanitation\\_drive\\_to\\_2015.html](http://www.unicef.org/esaro/5440_Sanitation_drive_to_2015.html) .>. Acesso em 25 de Junho de 2013.

UNICEF e WHO. (2012). *Progress on Drinking Water and Sanitation. Update*.

UNICV. (2013). **Universidade de Cabo Verde**. Disponível em <http://www.unicv.edu.cv/>.>. Acesso em 20 de Maio 2013.

WaterAid. (2013). Disponível em <http://www.wateraid.org/>.>. Acesso em 19 de Junho 2013.

Water and Sanitation Program- Africa Region (WSP- AS); (2002). **Poços Familiares Melhorados no Zimbabwe: Abastecimento de Água a Agregados para Usos Múltiplos**. Disponível em [https://www.wsp.org/sites/wsp.org/files/publications/af\\_bg\\_zimbabwe\\_port.pdf](https://www.wsp.org/sites/wsp.org/files/publications/af_bg_zimbabwe_port.pdf).>. Acesso em 24 de Maio 2013.

WHO. (2004). *Water, Sanitation and hygiene links to health - Facts and Figures*. **World Health Organization - Water Sanitation and Health**. Disponível em [http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/publications/facts2004/en/](http://www.who.int/water_sanitation_health/publications/facts2004/en/) .>. Acesso em 14 de Abril de 2013.

World Bank. (2009). **An Online Atlas of the Millennium Development Goals. The World Bank**. Disponível em <http://devdata.worldbank.org/atlas-mdg/>.>. Acesso em 27 de Abril de 2013.

WIKIPEDIA. (2013). *A Enciclopédia Livre*. Disponível em <http://pt.wikipedia.org>.

## **ANEXO**



**A. Lista de materiais e equipamentos para construção da Bomba puxa-empurra**

**Quadro1.1 – Materiais e acessórios para o corpo da bomba**

<b>Quantidade</b>	<b>DESCRIÇÃO DO MATERIAL</b>
<b>CORPO DA BOMBA com Tubo de 50mm</b>	
<b>1</b>	Adaptador soldável curto com bolsa e rosca para registro 20 mm x 1/2"
<b>2</b>	Bucha de redução soldável longa 50 mm x 25 mm
<b>-</b>	Tubo de PVC soldável 25mm (sobra de 10cm do tubo da alavanca)
<b>1 m</b>	Tubo de PVC soldável 50 mm (branco da linha esgoto)

**Quadro1.2 – Materiais e acessórios para alavanca e eixo do êmbolo da bomba**

<b>Quantidade</b>	<b>DESCRIÇÃO DO MATERIAL</b>
<b>ALAVANCA E EIXO DO ÊMBOLO</b>	
<b>1</b>	Anel de borracha de 40 mm (usado nas conexões dos tubos brancos de 40 mm)
<b>2</b>	Bucha de redução soldável curta 32 mm x 25 mm
<b>2</b>	Cabo soldável 25 mm
<b>2</b>	Cabo soldável 32 mm
<b>1</b>	Parafuso com rosca 5/32 x 1 1/2" com 2 arruelas e 2 porcas (latão) (desejável)
<b>1</b>	Tê 90° soldável 25 mm
<b>1 m</b>	Tubo de PVC soldável 25 mm

**Quadro1.3 - Materiais e acessórios para o circuito das válvulas da Bomba**

<b>Quantidade</b>	<b>DESCRIÇÃO DO MATERIAL</b>
<b>CIRCUITO DAS VÁLVULAS</b>	
<b>2</b>	Bolinha de vidro (gude) com diâmetro de +/- 25 mm
<b>4</b>	Bucha de redução soldável longa 40 mm x 25 mm
<b>2</b>	Joelho de 90° soldável 25 mm
<b>2</b>	Luva soldável (branca) 40 mm
<b>1</b>	Tê 90° soldável 25 mm
<b>1m</b>	Tubo de PVC soldável 25 mm

**Quadro1.4 - Materiais diversos**

<b>Quantidade</b>	<b>DESCRIÇÃO DO MATERIAL</b>
<b>DIVERSOS</b>	
<b>1</b>	Adesivo plástico para tubos e conexões soldáveis de PVC rígido - 17gr
<b>1</b>	Graxa de silicone atóxica para lubrificação do êmbolo*
<b>1</b>	Lixa fina 120 ou 150 (lixa d'água para ferro)
<b>1</b>	Lixa grossa 60 ou 80 (lixa d'água para ferro)

**Quadro1.5 - A lista das ferramentas utilizadas**

<b>Quantidade</b>	<b>DESCRIÇÃO DO MATERIAL</b>
<b>FERRAMENTAS</b>	
<b>1</b>	Fogão a gás (pode ser com apenas uma boca)
<b>1</b>	Lima grossa meia cana (desejável)
<b>1</b>	Mini arco de serra (com lâmina de serra manual)
<b>1</b>	Morsa tamanho médio (desejável)
<b>1</b>	Rosca de 1/2" de qualquer peça de metal como: uma torneira, um Nipel, etc.
<b>1</b>	Serra copo de 20 mm (com suporte e broca guia)
<b>1</b>	Solução limpadora ou álcool para limpezas
<b>x</b>	Retalhos de panos para limpezas



## B. Lista de materiais para construção de uma bomba de corda

**Quadro1.6**– Material e acessórios para parte inferior da bomba

Descrição do material	Quantidade
Bucha de redução soldável longa de 50 mm para 32 mm (castanho)	1
Redução excêntrica de 100 mm para 50 mm (linha esgoto - branca)	1
Tubo esgoto 100 mm de diâmetro (branco)	30 cm
Tubo 20 mm de diâmetro (castanho para eixo da polia)	20 cm
Caps 20 mm p/ fixar eixo da polia	2
Roldana ou polia de louça usada em instalações elétricas com diâmetro interno de $\pm 21$ mm e com o tamanho externo que caiba com um pouco de folga dentro do cano de 100 mm.	1

**Quadro1.7**– Materiais e acessórios para a parte superior da bomba

Descrição dos materiais	Quantidade
Corda diâmetro $\pm 6$ mm (procurar uma corda durável - talvez material sintético - cordas usadas em embarcações)	26 m
<b>IMPORTANTE!</b> é bom fazer a troca da corda antes que ela se rompa. Se ela rebentar, o trabalho será significativo, se perceber que está tendo muito desgaste, efectue logo a substituição. O tempo para substituição da corda vai variar com a frequência de uso, exposição ao sol e qualidade da corda.	
Roldanas de plástico (pistões - passante de fio eléctrico)	16
Roda de bicicleta ou moto	1
Suporte para a roda (quadro de bicicleta adaptado ou barras de ferro) .	1
Manivela	1
Barra roscada de 1m X M8	1
Porcas M8	6

<b>Arruelas 8 mm</b>	4
<b>Tubo de esgoto 40 mm de diâmetro (branco)</b>	1,5 m
<b>Joelho 90° 40 mm (branco)</b>	1
<b>Tê 40 mm (castanho)</b>	1
<b>Bucha de redução soldável curta de 40 para 32 mm (castanho)</b>	1
<b>Luva soldável de 32 mm (castanho)</b>	1
<b>Obs.: deverá comprar mais dessas luvas para unir os tubos de 32 mm (próximo item)</b>	
<b>Tubo(s) 32 mm de diâmetro (castanho) - Medir a profundidade do poço para saber quantas barras desse tubo deverá comprar</b>	2

**Quadro1.8 - Materiais diversos**

<b>Descrição do material</b>	<b>Quantidade</b>
<b>Cimento</b>	500 gr
<b>Areia</b>	1 saco
<b>Ferragem (ferragem usada para reforço de pré-laje)</b>	2 m
<b>Arame para amarrar as ferragens</b>	2 m
<b>Pedaco de madeiras para a construção do molde da tampa do poço</b>	x
<b>Pregos ou parafusos para juntar as madeiras</b>	x
<b>Lixas para fazer o acabamento das peças</b>	x
<b>Tinta esmalte sintético para pintar o suporte e algumas peças do sistema</b>	lata de ± 1 litro